

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA
Katedra environmentálního inženýrství**

Studium akumulace nebezpečných látek v organismech a jejich detekce

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Dominika Remešová
Vedoucí práce: Ing. Tomáš Bouchal, Ph.D.

2018

VŠB – TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY
Department of environmental engineering

Accumulation study of hazardous substances in organisms and its detection

THESIS

Author: Bc. Dominika Remešová
Supervisor: Ing. Tomáš Bouchal, Ph.D.

2018

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Dominika Remešová**
Studijní program: N2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 3904T005 Environmentální inženýrství
Téma: Studium akumulace nebezpečných látek v organismech a jejich detekce.
Accumulation Study of Hazardous Substances in Organisms and Its Detection.

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl práce
2. Polycyklické aromatické uhlovodíky – PAU
3. Monitorování 1-hydroxypyrenu
4. Experimentální část
5. Diskuse
6. Závěr

Séznam doporučené odborné literatury:


HOLOUBEK, I. Osud polycyklických aromatických uhlovodíků v prostředí. In ČÍŽEK, Z. Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU): Sborník referátů ze semináře. Praha: BIJO TC a.s., 1995. S. 23-65.
BENCKO, V., CIKRT, M., LENER, J. Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. 1. Vydání, Praha: Grada Publishing, zdravotnické nakladatelství, 1995, 288 s. ISBN 80-7169-150-X.
BAIRD, C., CANN, M. Environmental chemistry. Fourth Edition. W.H. Freeman and Company, 2008. ISBN 978-1-4292-0146-0.

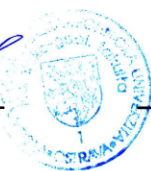
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

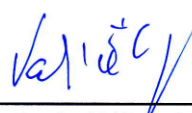
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Tomáš Bouchal, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2017

Datum odevzdání: 30.04.2018


doc. Ing. Vojtěch Václavík, Ph.D.
vedoucí institutu




doc. Ing. Jan Valíček, Ph.D.
děkan fakulty

ANOTACE

Cílem práce je posouzení klinického významu monitorování expozice polyaromatickým nenasyceným uhlovodíkům (PAU) prostřednictvím monitorování odpadu 1-hydroxypyrenu v moči.

V teoretické části práce budou shrnuty dosavadní poznatky o toxikodynamice a toxikokinetice PAU, jaké jsou dopady na zdraví člověka při kouření, význam monitorování 1-hydroxypyrenu a analytické možnosti sledování tohoto parametru. V experimentální části práce bude provedena metoda stanovení 1-hydroxypyrenu v moči, plynové chromatografie s hmotnostní spektrometrií. Dále bude provedena studie expozice v normální populaci s předpokládanou nízkou expozicí, v populaci kuřáků a populaci exponovaných pracovníků PAU.

Klíčová slova: Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU), kouření, zdraví, plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií (GC-MS), monitorování hydroxypyrenu.

ABSTRACT

The aim of this work is to assess the clinical significance of monitoring of exposure to polyaromatic unsaturated hydrocarbons (PAHs) by monitoring waste urine 1-hydroxypyrene.

The theoretical part of the thesis will summarize the current knowledge about toxicodynamics and toxicokinetics of PAU, what are the impacts on human health in smoking, the importance of 1-hydroxypyrene monitoring and analytical possibilities of monitoring this parameter. In the experimental part of the thesis, a method of determining 1-hydroxypyrene in urine, gas chromatography with mass spectrometry will be performed. In addition, an exposure study will be conducted in the normal population with predicted low exposure, in the population of smokers and the population of exposed PAU workers.

Keywords: Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), smoking, health, gas chromatography with mass spectrometry (GC-MS), hydroxypyrene monitoring.

Prohlášení

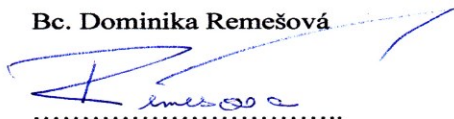
- Celou diplomovou práci, včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne

27. 4. 2018

Bc. Dominika Remešová



Poděkování

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu práce Ing. Tomášovi Bouchalovi, Ph.D. za trpělivost a cenné rady při konzultacích. Rovněž také laboratoři AGEL a.s., Nový Jičín, kde jsem mohla vykonat svou praktickou část výzkumu, a také klinické biochemii – úsek instrumentálních metod - konzultantovi RNDr. Tomášovi Guckému, Ph.D. za pomoc a odborné rady při stanovení výsledků mé práce. A nakonec bych chtěla také poděkovat své rodině za podporu při psaní této diplomové práce.

OBSAH

1	ÚVOD A CÍL PRÁCE.....	10
2	POLYCYKlickÉ AROMATICKÉ UHLOVODÍKY – PAU.....	11
2.1	Základní charakteristika	11
2.1.1	Použití PAU	11
2.1.2	Zdroje emisí	12
2.1.3	Dopady na životní prostředí.....	13
2.2	Dopady na zdraví člověka, rizika.....	14
2.2.1	Historie kouření	15
2.2.2	Chemické složení cigaretového kouře	19
2.2.3	Jedy cigaretového kouře	20
2.3	Důsledky kouření na zdraví	22
2.3.1	Kardiovaskulární systém.....	22
2.3.2	Dýchací systém	23
2.3.3	Nádorová onemocnění	24
2.3.4	Otrava nikotinem	25
2.3.5	Pozitivní účinky kouření	25
2.3.6	Úmrtnost na nemoci způsobené kouřením.....	26
2.4	Význam toxikodynamiky a toxikokinetiky PAU.....	28
2.4.1	Toxikologie.....	28
2.4.2	Toxikokinetika	29
2.4.3	Toxikodynamika	29
3	MONITOROVÁNÍ 1-HYDROXYPYRENU	30
4	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	33
4.1	Vyhodnocení dotazníku	44
4.2	Vyhodnocení plynového chromatografu.....	48
5	DISKUSE.....	59
6	ZÁVĚR	62
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	62
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ.....	67
	SEZNAM TABULEK.....	68
	SEZNAM OBRÁZKŮ	69

SEZNAM GRAFŮ	70
SEZNAM PŘÍLOH.....	71

1 ÚVOD A CÍL PRÁCE

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU nebo PAH z anglického polycyclic aromatic hydrocarbons) jsou skupinou aromatických uhlovodíků s nejméně dvěma benzenovými jádry, které vznikají převážně během nedokonalého spalování. Polycyklické aromatické uhlovodíky jsou obecně látky nebezpečné pro životní prostředí a lidské zdraví. Mohou způsobit závažné zdravotní problémy včetně rozvoje rakoviny v různých tkáních, kardiovaskulární choroby, ztrátu plodnosti nebo těžké poruchy imunity [17].

Do skupiny PAU patří látky jako například benzo(a)pyren. Je produktem nedokonalého spalování při teplotách 300 až 600°C. Benzo(a)pyren je polycyklický aromatický uhlovodík s pěti benzenovými kruhy. Je silně karcinogenní a mutagenní. Benzo(a)pyren se nachází v uhlém dehtu, ve výfukových plynech automobilů, cigaretovém kouři a průmyslových odpadních produktech [17].

Kouření je významný rizikový faktor pro širokou škálu onemocnění. Zejména se jedná o onemocnění kardiovaskulárního systému, dýchacího systému a rakovinné bujení. Velmi velké riziko kouření tabákových výrobků, je v tom, že kuřák nepoškozuje zdraví jen své, ale i svého okolí. Na světě je čím dál více lidí, kteří si uvědomují následky kouření a tak hledají způsoby, jak s ním přestat [27].

Cílem mé diplomové práce je posouzení klinického významu monitorování expozice PAU prostřednictvím monitorování odpadu 1-hydroxypyrenu v moči. Použitou metodou je plynový chromatograf s hmotnostní spektrometrií. Pomocí programu MedCalc byla provedena studie expozice v normální populaci s předpokládanou nízkou expozicí, v populaci kuřáků a populaci exponovaných pracovníků PAU.

Další metodou pro vyhodnocení údajů kuřáků a nekuřáků je dotazník. Pro výzkum bylo zapotřebí vzorky moči těchto dotazovaných osob.

2 POLYCYKlickÉ AROMATICKÉ UHLOVODÍKY – PAU

Polycyklické aromatické uhlovodíky se nevyrábějí cíleně, snad jen s výjimkami spojenými s laboratorními výzkumy a analýzou. Mezi výjimky patří naftalen a antracen, které konvenční využití mají a vyrábějí se. Ostatní jsou obsaženy v celé řadě produktů dnešního průmyslu, jako je: motorová nafta, výrobky z černouhelného dehtu, asfalt a materiály používané při pokrývání střech a při stavbě silnic [17].

2.1 Základní charakteristika

Skupina polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) představuje velmi širokou škálu různých látek vyznačujících se tím, že ve své molekule obsahují kondenzovaná aromatická jádra a nenesou žádné heteroatomy ani substituenty. Do skupiny PAU náleží například následující látky: naftalen ($C_{10}H_8$), acenaftylen ($C_{12}H_8$), fluoren ($C_{13}H_{10}$), benzo(a)antracen ($C_{18}H_{12}$), pyren ($C_{16}H_{10}$), benzo(a)pyren ($C_{20}H_{12}$). Čisté sloučeniny jsou bílé nebo nažloutlé krystalické pevné látky. Jsou velmi málo rozpustné ve vodě, ale snadno se rozpouštějí v tucích a olejích [17], jak je ukázané v tabulce 1.

Tabulka 1 Vlastnosti benzo(a)pyrenu

Bod varu [$^{\circ}C$]	495
Hustota [$kg.m^{-3}$]	1351
Rozpustnost ve vodě [$mg.l^{-1}$]	3

2.1.1 Použití PAU

Polycyklické aromatické uhlovodíky jsou všudypřítomné organické polutanty. Jedná se o téměř všechny typy spalování uhlíkatých paliv, dřeva, tabáku, odpadků a dalších organických materiálů nebo grilování masa. Za hlavní přírodní zdroje polycyklických aromatických uhlovodíků jsou považovány sopečné erupce a lesní nebo prérijní požáry [17].

2.1.2 Zdroje emisí

PAU vznikají v rámci spalovacích procesů jakýchkoliv materiálů obsahujících uhlík, pokud není spalování dokonalé. Polyaromatické uhlovodíky je nutné očekávat všude tam, kde se vyskytují vysokovroucí ropné či uhelné produkty (dehty, asfalty). Dalším uváděným zdrojem emisí PAU je výroba hliníku. Jedná se o spalování téměř všech druhů uhlíkatých paliv [1].

Mezi antropogenní zdroje emisí můžeme zařadit zejména:

- spalovací procesy,
- koksárenství, rafinerie ropy, zplyňování a zkapalňování uhlí,
- výroba hliníku,
- uvolňování z materiálů, které PAU obsahují – silnice, asfaltové izolace střech,
- emise naftalenu a antracenu v rámci jejich cíleného využití [1].

2.1.3 Dopady na životní prostředí

PAU jsou toxické pro celou řadu živých organismů. Mohou způsobovat rakovinu, poruchy reprodukce a mutace u zvířat. Jejich působení je závažné na celou populaci organismů. Nejvíce zasaženými oblastmi benzo(a)pyrenem v ovzduší jsou Ostravsko, střední Čechy, Sokolovsko, Plzeň, střední Morava a oblast Brna. Smogová situace se vyhláší, pokud aspoň na polovině meteorologických stanic překročí průměr koncentrace prachu za 12 hodin 100 mikrogramů na metr krychlový a pro příštích 24 hodin se neočekává pokles. Stav regulace se pak vyhláší, když hodnota prachu překročí 150 mikrogramů na metr krychlový. Nadlimitní množství prachu v ovzduší je 35 dní za rok. Úspěšné odsíření velkých průmyslových zdrojů je příkladem, že se se škodlivinami v ovzduší bojovat dá [31].

Na Ostravsku se už vyčerpal roční příděl smogových dní. Například největší překročený limit byl naměřen v Ostravě-Přívoze a to 48 dní. Jako první kritický den začal 6. 1. 2018 a skončil 12. 4. 2018. Nejnižší hodnota imisních limitů je $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Největší imisní limit smogu ze všech 48 dní byl až katastrofický a to dne 3. 3. 2018 hodnotou $174,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [47].

Lidé smog nesmí brát jako fakt a zvyknout si na něj. Na zdraví kolika lidí se dlouhodobé vdechování vysokých koncentrací tuhých znečišťujících látek konkrétně v Moravskoslezském kraji podepisuje, není jednoznačně vyčísleno. Odhady mluví o desítkách až stovkách lidí ročně, kteří kvůli smogu předčasně zemrou [21].

V době smogové situace jsou na tom nejhůře lidé, kteří patří do tzv. citlivé skupiny obyvatel. Delší trvání v prostředí smogu, může mít nepříznivé účinky na zdraví. Do citlivé skupiny obyvatel patří zejména děti, včetně kojenců a vyvíjejícího plodu, tedy těhotných. Dále sem patří starší lidé a osoby s chronickým onemocněním dýchacího ústrojí (astma, chronická obstrukční choroba plic) a oběhového ústrojí a také lidé jinak oslabení (např. kombinací stresu, kouření, nevhodné výživy, lidé s oslabenou imunitou) [31].

Vhodné doporučení, jak omezit pobyt ve škodlivém prostředí (smogu) je zkrátit dobu pobytu venku. Nejvyšší hodnoty smogu bývají v ranních a večerních hodinách [47].

Poléťavý prach na sebe váže celou řadu škodlivin, které se jeho prostřednictvím dostávají do plic a vstřebávají do krve. Prachové částice podle svého tvaru, velikosti a složení působí na zdraví přímo nebo přispívají na zvýšení zdravotních rizik tím, že slouží jako nosiče nebezpečných látek chemické povahy, alergenů, plísni a mikroorganismů [31].

Při dlouhodobé expozici prachovému ovzduší může docházet k vážnějším onemocněním jako například poškození imunity či zpomalení vývoje mozku u novorozenců [31].



Obrázek 1 Smogová situace v Moravskoslezském kraji [12]

2.2 Dopady na zdraví člověka, rizika

Celá řada látek ze skupiny polycyklických aromatických uhlovodíků představuje zdravotní riziko pro člověka, nebezpečí spočívá především v karcinogenitě a ohrožení zdravého vývoje plodu. Nejvýznamnější zdrojem benzo(a)pyrenu jsou cigarety. Jedna vykouřená cigareta znamená pro kuřáka průměrný příjem 20 ng této látky. Pro člověka kouřícího denně 20 cigaret představuje expozici benzo(a)pyrenem, jako kdyby se celý den pohyboval v prostředí kontaminovaném touto látkou o koncentraci 20 ng/m³ [1].

Benzo(a)pyren může být vdechnut a prostupuje do organismu i pokožkou. Expozice může vést k následujícím rizikům pro zdraví člověka:

- ohrožení zdravého vývoje plodu,
- podráždění až popálení kůže,
- riziko onemocnění rakovinou [17].

2.2.1 Historie kouření

Když v roce 1492 přistála výprava Kryštofa Kolumba u břehů Kuby, muži z posádky si všimli, že domorodci kromě dřevěných kopí a ovoce přinesli i sušené listí vydávající zvláštní vůni. Při prozkoumávání Nového světa se Španělé na každém kroku setkávali s domorodci, kteří zvláštní listí zapalovali a kouř z něj vdechovali. Podle historických pramenů hrálo kouření významnou roli, jak ve starém mayském náboženství, tak i v léčitelství. Jedná se o různé nádoby a vázy, na kterých jsou vyobrazení kouřící bohové, ale i zvířata. V moderní společnosti začátkem 20. století bylo kouření bráno téměř jako symbol inteligence a vysokého postavení. Dnes je tabák rozšířen prakticky po celé planetě.

Kdybychom chtěli cigarety začít vyrábět nebo prodávat v nějaké zemi, nikde by nám to nemohli povolit. Ročně stoupá spotřeba tabáku celosvětově zhruba o 3 %, a to především v rozvojových zemích [36].

V ČR jsou běžné dvě následující formy: bezdýmý tabák nebo tabák, který hoří. Bezdýmý tabák se dále dělí na šňupací (aplikace vdechem do nosních dutin) a orální (aplikace do úst). Orální tabák je tabák žvýkací, tedy listy tabáku, které vkládají do úst a žvýkají (oblíbená forma zejména u horníků, kteří bývají závislí na nikotinu, ale během své směny nemohou kvůli metanu kouřit) [36].

Tabák, který hoří, známe především ve formě doutníku, dýmky nebo cigarety. Doutník je jen svinutý tabákový list, obsahuje nejméně přidaných látek [43].



Obrázek 2 Kouření v 15. století [25]

Proč lidé kouří?

Důvodů je podle mne mnoho, jsou často obrazem těch málo pozitiv, které kuřáci vnímají. Kouření může pomáhat odstranit úzkost, zvýšit sebehodnocení, zvládnout stres a napětí, odstranit pocity nejistoty. Kuřáci se stávají často lidmi nejistými, kteří se cítí být sociálně izolovaní a mají snížené sebehodnocení. Týká se to mladých lidí a adolescentů. Hlavním důvodem je ten, že si zapálí cigaretu, naléháním a povzbuzováním jejich vrstevníků. Nejčastěji se s kouřením začíná kolem 14 let, 80 - 90 % kuřáků začne před svým 18. rokem. Děti ve věku 12 – 14 let jsou také cílovou skupinou tabákové reklamy [27].

Otázkou je vlastně to, proč tito mladí lidé začali s kouřením:

- vypadá to dobře, skvělá image
- z nudy,
- všichni přátelé kouří, tak proč já taky ne,
- v rodině se kouří [27].

Kdo je vlastně kuřák?

Kuřák je ten, kdo v době šetření kouří. Příležitostný kuřák je ten, kdo kouří, ale ne denně. Nekuřák je ten, kdo v době šetření nekouří. Pravidelný kuřák je ten, kdo kouří denně. Kouření je vlastně naučené chování, které si kuřák fixuje většinou mnoho let. Proto nelze očekávat zázračný lék ani okamžitý výsledek [9].

Kuřák si musí především přát přestat kouřit a rozhodnout se sám něco dělat, naučit se nekouřit. Změna chování trvá řádově měsíce či léta. Průměrné období problémů bývají tři měsíce, do tří měsíců se také odehraje většina relapsů, tedy návratů ke kouření [30].



Obrázek 3 Kouření škodí zdraví [26]

Stále větší módou mezi mladými lidmi, a dokonce i mezi dětmi se stává vodní dýmka. Vodní dýmka rozhodně není méně škodlivá než cigarety. Kouř z ní obsahuje stejně nebo více škodlivin. Kouř z vodní dýmky prochází skrz vodu, tím pádem se jen ochladí, ale nevyčistí. Ve vodě se zachytí pouze zanedbatelná část škodlivých zplodin, chladný kouř se snáz vdechne hlouběji než ten horký. Hlavní problém při kouření vodní dýmky je ten, že dochází k nedokonalému spalování, ke vzniku vyššího množství škodlivin. Když se dostane do krve, vytěsňuje kyslík z vazby na červené krvinky [37].

Dochází tak k horšímu zásobování životně důležitých orgánů kyslíkem. Plyn a dehty, které při kouření vodní dýmky vznikají, nevdechují jen kuřáci, ale všichni, kteří jsou ve společné místnosti [38].

Kuřák vodní dýmky, musí vdechovat kouř intenzivněji, hlouběji do plic, aby udržel uhlík žhavý. Jedno potažení je v porovnání až v dvojnásobné ve srovnání s cigaretou. Kouření vodní dýmky po dobu 30 až 60 minut vyrovná vykouření celé krabičky cigaret. Tabákové směsi, které se pro vodní dýmky vyrábějí, mívají různé příchutě (ovocné) a složení. Kouř z vodních dýmek způsobuje stejné nemoci jako kouř cigaretový. Některé studie navíc prokazují, že funkci plic zhoršuje výrazněji než cigarety. Zvykem u vodní dýmky je, že kouří vedle sebe skupinka lidí, kteří si kolují navzájem náustek. Těmto lidem hrozí vyšší riziko infekcí nejen běžných nemocí dýchacích cest, ale také plicních chorob, tuberkulóza, nákaza žloutenkou, bakterie, která se podílí na vznik žaludečních vředů, herpes virem a podobně [11].



Obrázek 4 Základní části vodní dýmky [50]

2.2.2 Chemické složení cigaretového kouře

Kuřáci vědí, že cigarety obsahují nikotin. Kuřáci vědí také, že při hoření vznikají karcinogenní látky, ale jsou přesvědčeni, že většina z nich, je zachycena cigaretovým filtrem. Málo kuřáků ale ví, že v tabákovém kouři bylo identifikováno více než 4.000 chemických substancí, které se podílejí na škodlivých účincích kouření [19].

Cigaretový kouř obsahuje látky, které dráždí oči a dýchací systém. Obsahuje také toxické látky (jedy), také látky ovlivňující genetickou informaci v DNA chromozomů (mutageny), látky způsobující rakovinu (karcinogeny), látky zhoršující schopnost početí dítěte (reproduktivně-toxické látky). Do toxických látek řadíme: např. amoniak, akrolein, oxid uhelnatý (CO), formaldehyd, kyanid, nikotin, oxidy dusíku, fenol, oxidy síry. Kouř z cigaret je zařazen do seznamu karcinogenů I A třídy - nejvyšší nebezpečnost [19].



Obrázek 5 Schéma nebezpečných látek v cigaretě [40]

2.2.3 Jedy cigaretového kouře

Látky z cigaretového kouře pro upřesnění rozdělíme do více skupin: pyridinové alkaloidy, toxické plyny, nitrosaminy, polycyklické aromatické uhlovodíky, pevné částice a těžké kovy [19].

Pyridinové alkaloidy – nikotin

- nejvýznamnějším alkaloidem tabákového kouře, kterého je v cigaretě 1 až 4 mg, po vtáhnutí kouře do plic se dostává krevním řečištěm do mozku, kde obsahuje specifické nikotinové receptory.
- účinky nikotinu: zvýšení produkce slin, zvýšená aktivita trávicího traktu, zrychluje činnost srdce, stahuje cévy, stoupá produkce potu, zvyšuje krevní tlak.

Nikotin je vysoce návyková psychoaktivní látka. Asi 10 – 15 % nikotinu je z organismu vylučováno v nezměněné formě, ale 70 % nikotinu je v organismu kuřáka transformováno na kotinin. Tato látka je i obsažená v jedu na mšice [14].

Polycyklické aromatické uhlovodíky – PAU

- představují rovněž riziko pro vznik rakoviny, protože jsou v organismu člověka metabolizovány na reaktivní substance, které mají tzv. prokancerogenní účinek [6].

Těžké kovy

- v cigaretovém kouři je přítomna řada kovů (asi 30), z těch nebezpečných pro zdraví jsou to nikl a kadmium, ale je i přítomen arsen.
- tyto kovy mají svůj původ v půdě, ve které rostou rostliny tabáku, v umělých hnojivech a zemědělských postřicích [6].

Nikl: - byl i nalezen ve vlasech malých dětí ze silně kuřáckých domácností, respektive u dětí, jejichž matky nepřestaly kouřit ani během těhotenství [6].

Toxické plyny

- spalováním tabáku vzniká řada plynných zplodin, nejvýznamnějším je oxid uhelnatý (CO), značně jedovatý, znemožňuje přenos kyslíku z plic do tkání a vyvolává tkáňové dušení, složka výfukových plynů [6].

Kadmium

- kritickým orgánem při dlouhodobé expozici nízkým koncentracím kadmia jsou ledviny, hladiny kadmia v krvi kuřáků jsou signifikantně vyšší než hodnoty nekouřící populace [6].

Pevné částice

- viditelný kouř produkovaný hořícím tabákem je tvořen drobnými pevnými částicemi, které označujeme dehet.
- silný kuřák vdechne za rok půl až 3/4kg dehtu, i když jej většinu vykašle, pořád je dost toho, který se v plicích usadí natrvalo.
- kuřákovy plíce jsou černé, dehet je rakovinotvorná látka [19].

2.3 Důsledky kouření na zdraví

2.3.1 Kardiovaskulární systém

Onemocnění kardiovaskulárního systému jsou u nás příčinou více jak poloviny úmrtí, jednu pětinu z těchto onemocnění má na svědomí kouření [7].

Látky, které jsou obsažené v cigaretovém kouři, způsobují vasokonstrikci, tj. zúžení cév. Kouření zvyšuje viskozitu krve a má za následek i větší sklon krve ke srážení [28].



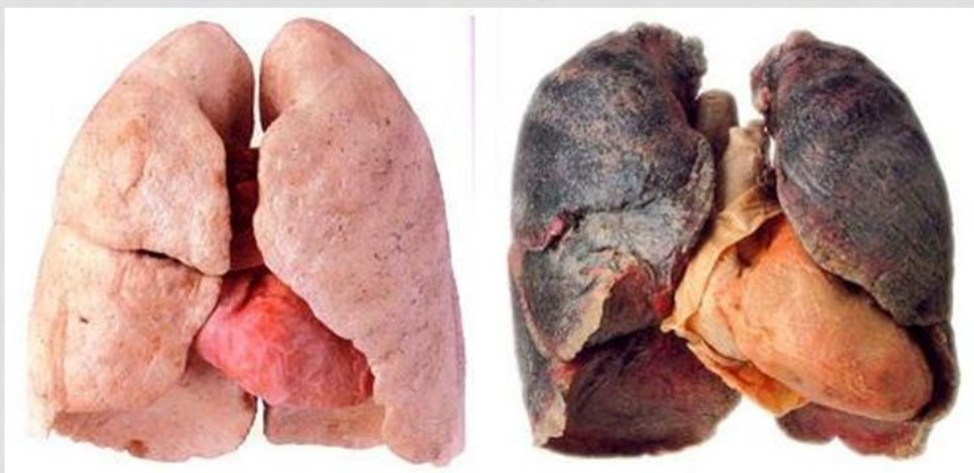
Obrázek 6 Vasokonstrikce - zúžení cév [49]

2.3.2 Dýchací systém

Tabákový kouř poškozuje epitel, který vystýlá dýchací cesty a znemožňuje tak řasinkám epitelu odstraňování škodlivin, zejména hlenu z dýchacích cest. Hlen se v cestách hromadí a způsobuje zde chronický zánět [15].

Chronická obstrukční plicní nemoc je záležitostí téměř výhradně kuřáků, až tři čtvrtiny z nich by nemusely onemocnět, kdyby nekouřily [42].

KOUŘENÍ A VLIV NA PLÍCE



Plíce zdravého člověka

Plíce kuřáka

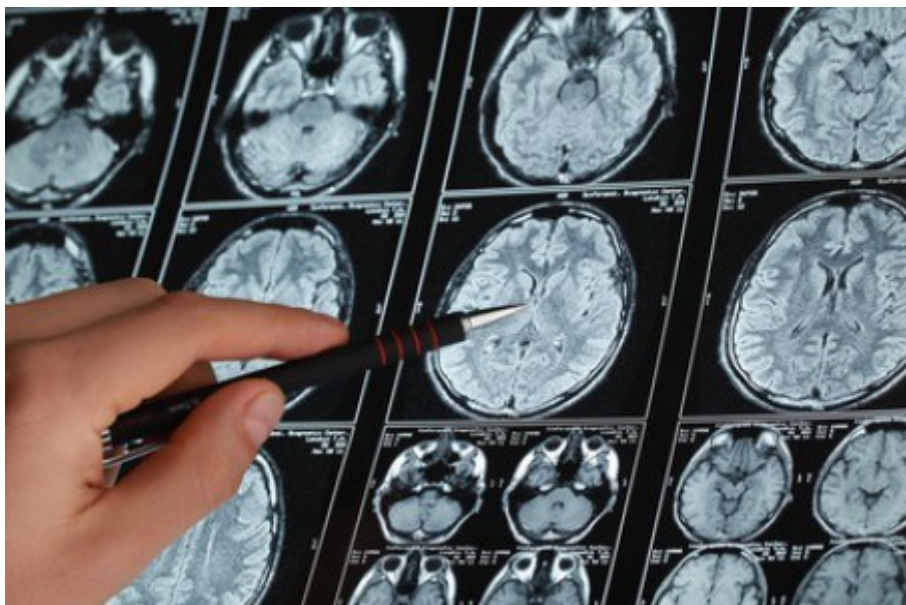
Obrázek 7 Kouření a vliv na plíce [13]

Americká plicní společnost definovala v roce 1995 chronickou obstrukční plicní nemoc takto: „*CHOPN je obstrukce dýchacích cest způsobená chronickou bronchitidou nebo plicním emfyzémem. Tato obstrukce progreduje, je částečně neverzibilní a může být spojena s bronchiální hyperaktivitou.*“ Převážná většina úmrtí na CHOPN je zapříčiněna kouřením a to až v 75 %. Riziko rozvoje této choroby je u kuřáků 5x-8x vyšší než u nekuřáků [16].

2.3.3 Nádorová onemocnění

Kuřáctví způsobuje jednu třetinu všech nádorových onemocnění. Rakovina plic vzniká až z 90% vlivem kouření. Polovina případů onemocnění rakovinou močového měchýře a třetina případů onemocnění rakovinou slinivky břišní, děložního hrdla [5].

Kouření se dále podílí na vzniku zhoubných onemocnění jícnu, žaludku, jazyka a hrtanu [29].



Obrázek 8 Adenom hypofýzy zaujímá až 10% nádorů mozku [35]

2.3.4 Otrava nikotinem

Nikotin je prudký jed. K smrtelné otravě stačí 50 mg látky. To je množství obsažené v jedné cigaretě, z ní se při kouření vstřebávají pouze 2 mg nikotinu, z doutníků ale 10 mg. Vdechováním kouře, takzvaným šlukováním se množství nikotinu rapidně zvyšuje [2].

Akutní otrava se může projevit jako bolesti hlavy, studený pot, bledost a zvracení, zrychlení srdečního tepu, zmatenost a závrať [3].

Aby se kuřák otrávil, musel by teoreticky vykouřit rychle asi jednu až dvě krabičky cigaret [34].



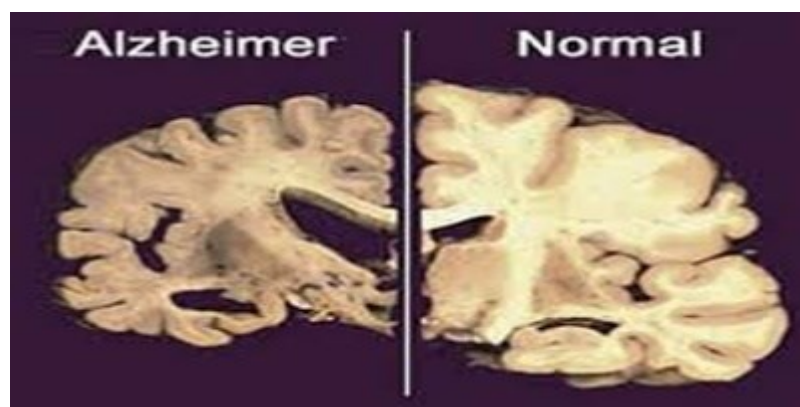
Obrázek 9 Otrava nikotinem [39]

2.3.5 Pozitivní účinky kouření

Mezi kladné účinky kouření řadíme vlivy psychosociální jako je zařazení do určité společnosti. Snadnější navazování kontaktů při rituálu kouření cigarety. Nikotin může také zvýšit práh bolesti. Kuřáci trpí méně často nemocemi pozdního věku jako je Alzheimerova nebo Parkinsonova nemoc [44].

Alzheimerova choroba byla pojmenována v roce 1906 podle Dr. Aloise Alzheimer, který jako první popsal změny v mozkové tkáni. Zpočátku tyto změny byly chápány jako neobvyklá duševní choroba, dnes jsou chápány jako chorobné projevy mozku. Alzheimerova choroba se vyskytuje ve všech skupinách obyvatelstva a není omezena na určitou sociální vrstvu, pohlaví, etnickou skupinu. Alzheimerova choroba postihuje hlavně lidi starší 65 let [44].

Kuřáci se většinou potřebného pokročilého věku nedožijí, tyto nemoci se u nich vyskytují méně často. Pravidelný kuřák si krátí život minimálně o 10 až 15 let. Jen v České republice se za uplynulých 10 let výskyt Alzheimerovy choroby zvedl až o 50%. Na nemoc stále neexistuje lék, současná medicína umí její průběh pouze zpomalit [45].



Obrázek 10 rozdíl Alzheimerova nemoc a zdravý člověk [45]

2.3.6 Úmrtnost na nemoci způsobené kouřením

Počet úmrtí na nemoci způsobené kouřením se neustále zvyšuje. Světová zdravotnická organizace zveřejnila čísla, z nichž vyplývá, že na celém světě zemřou na nemoci způsobené kouřením ročně 3 miliony lidí. V České republice je to 22 000 úmrtí. V roce 2020 by podle Světové zdravotnické organizace mělo být až 10 milionů lidí, kteří kvůli kouření přijdou na celém světě o život [27].

Kouření je s velkým náskokem v čele žebříčku příčin 17 úmrtí, kterým se dalo předejít, daleko před nevhodnou stravou a nízkou fyzickou aktivitou, alkoholem, infekcemi, otravy a požáry [27].

Zajímavosti zjištěné v oblasti kouření:

- každých 6 sekund na naší planetě zemře 1 člověk na nemoci z kouření,
- po roce nekouření je riziko smrti z kouření o 50% nižší,
- tabákový kouř vzniká nedokonalým spalováním tabáku
- příčinou každého pátého úmrtí u nás je kouření,
- kouření způsobuje 30% všech nádorových chorob,
- u kuřáků je 3x vyšší riziko infarktu myokardu než u nekuřáků,
- v cigaretách je asi 103 karcenogenů (látek vyvolávající rakovinu) [46].

2.4 Význam toxikodynamiky a toxikokinetiky PAU

2.4.1 Toxikologie

Název je odvozen od řeckého slova „toxikón“, které označovalo jed, do kterého se namáčely hroty šípů. Věda, která se zabývá negativními účinky látek na živé organismy. Je interdisciplinárním oborem, pohybujícím se na pomyslném a neustále proměnném rozhraní biologie, chemie a lékařství, na rozhraní živého a neživého. Toxikologie je známá jako věda o jedech. Jed je obvykle chápán jako něco, co člověka pomalu nebo rychle zabíjí či aspoň poškozuje, je třeba se tomu za každou cenu vyhnout. Téměř každá látka, ať už tělu vlastní nebo cizí, může za určitých okolností člověka zabít nebo alespoň poškodit zdraví [33].

Začátkem 16. století renesanční učenec Paracelsus pravděpodobně jako první konstatoval, že všechny látky jsou jedy, je to jen dávkou, kdy nějaká látka přestává být jodem. Tento slavný výrok je citován dodnes a stal se základem porozumění úloze dávky v toxikologii i ve farmakologii [41].



Obrázek 11 Laboratorní pomůcky [20]

2.4.2 Toxikokinetika

Co organismus dělá s noxou?

Noxa je látka vyvolávající poškození. Toxikokinetika se zabývá osudem toxické látky v organismu od jejího průniku do organismu (absorpce), přes její rozdělení do jednotlivých tkání a buněk (distribuce) až po její vyloučení (exkrece). Expozice může být jednorázová, opakovaná, chronická. Podle situace a charakteru noxy mohou být různé cesty vstupu do organismu (požití jedu, inhalace – plíce, vstřebání kůží). Absorpce jedu do organismu, noxa musí proniknout přes různé bariéry (membrány) například ve střevě nebo v plicích, dříve než se dostane do krevního řečiště [18].

Rychlost je ovlivňována fyzikálně chemickými vlastnostmi jedu, způsobem expozice a rozpustností. Distribuce jedu v organismu, jed se dostává do různých orgánů a tkání. Exkrece - vylučování jedu, nejdůležitější pro vylučování jsou ledviny. Častou cestou jsou plíce (vydýchávání), něco jde z jater do žluče, zajímavé je ukládání nox do vlasů, významná možnost je vylučování jedu mateřským mlékem [32].

2.4.3 Toxikodynamika

Co noxa dělá s organismem?

Některé jedy působí cíleně na orgány (například olovo poškozuje syntézu hemoglobinu), jiné toxické látky působí v celém organismu (např. karcinogeny, mutageny). Časový průběh a doba trvání expozice – akutní bývá kratší než 24 hodin, chronická bývá delší než 3 měsíce. Cesta vstupu jedu do organismu – šňupáním, intravenózně, injekce [41].

Způsob účinku jedu – lokálně působící žiraviny. Způsob vylučování jedu z organismu – ve formě různých metabolitů a to močí, stolicí, vydechovaným vzduchem, potem. Zdravotní stav – pokud je pacient současně s expozicí jedu oslabený jinou nemocí, jsou negativní dopady závažnější způsobené jedem. Například porucha ledvin omezí vyloučení jedu z organismu [41].

3 MONITOROVÁNÍ 1-HYDROXYPYRENU

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) patří ke značně rozšířeným polutantům životního a pracovního prostředí. Vzhledem k mimořádné škodlivosti řady látek z této skupiny je třeba jejich monitorování v našem životním prostředí věnovat zvýšenou pozornost. V řadě případů však pouhé stanovení koncentrace těchto látek v životním či pracovním prostředí neposkytuje dostatečné podklady pro vyhodnocení jejich vlivu na lidskou populaci. Mnohem významnější informace lze získat pomocí biologického monitorování expozice těmto chemickým karcinogenům, které je založeno na stanovení jejich metabolitů v tělních tekutinách, zejména v moči. Obtížnost tohoto úkolu dokumentuje např. skutečnost, že pomocí plynové chromatografie s hmotnostně-spektrometrickou detekcí bylo v životním prostředí identifikováno až 100 různých PAH [4].

Každá jednotlivá látka z této skupiny může být transformována na celou řadu metabolitů. V důsledku toho je nutné si zvolit 2-3 typické zástupce PAH jako tzv. bioindikátory a věnovat pozornost stanovení jejich hydroxylovaných metabolitů v moči. Jako vhodný bioindikátor* pro monitorování individuální expozice dehtu navržen 1-hydroxypyren vzhledem k vysoké citlivosti, jeho nízké hladině u neexponovaných osob a vysoké úrovni u osob exponovaných dehtu [8].

Bioindikátor=chemikálie užívána ke sledování čistoty životního prostředí. 1-hydroxypyren je vlastně lidský metabolit, který lze nalézt v moči pracovníků, kteří pracují ve znečištěném prostředí, nebo u zmiňovaných kuřáků. Pro stanovení 1-hydroxypyrenu je nejprve si připravit zásobní roztok. Na analytických vahách přesně odvážit 1 mg 1-hydroxypyrenu do vialky a rozpustit přesným množstvím 1ml metanolu. Získaný zásobní roztok má výslednou koncentraci 1 mg/ml. Pro měření vzorku 1-hydroxypyrenu existuje přístroj zvaný plynový chromatograf s hmotnostní spektrometrií (viz obrázek 12) [10].

Plynový chromatograf s hmotnostní spektrometrií (GC – MS)

Plynová chromatografie (anglicky Gas chromatography, zkratka GC) je typ separační metody, kdy se od sebe oddělují složky obsažené ve vzorku a které mohou být převedeny do plynné fáze, aniž by došlo k jejich rozkladu. Stacionární (nepohyblivá) fáze interaguje se složkami vzorku, který je unášen mobilní (pohyblivou, zde plynovou) fází, a proto se při pohybu zdržují. Na konec stacionární fáze se tedy dostávají dříve složky méně zadržované [22].

Princip metody: vzorek se dávkuje do proudu plynu, který jej dále unáší kolonou. Proto se mobilní fáze nazývá nosný plyn. Aby vzorek mohl být transportován, musí se ihned přeměnit na plyn. V koloně se složky separují na základě různé schopnosti různě silně se poutat se stacionární fází. Složky opouštějící kolonu indikuje detektor. Signál z detektoru se vyhodnocuje a z časového průběhu intenzity signálu se určí druh a kvantitativní zastoupení složek [48].

Hmotnostní spektrometrie (zkratka MS, anglicky Mass spectrometry) je metoda analytické chemie. Hmotnostní spektrometrie pracuje s dělením podle poměru m/Q , kde m je hmotnost a Q je náboj fragmentu. Používá se pro určení hmotnosti částic, či stanovení elementárního vzorku nebo molekuly, chemické struktury molekul, jako jsou peptidy a jiné chemické sloučeniny [22].

Princip hmotnostní spektrometrie je založen na ionizujících chemických sloučeninách, výrobě nabitě molekuly nebo fragmentu molekuly a měření jejich hmotnosti vzhledem k náboji [23].

Postup hmotnostní spektrometrie:

1. Vzorek je umístěn do přístroje a podstoupí odpařování.
2. Složky vzorku jsou ionizovány jedním z mnoha způsobů (např. dopadem elektronového paprsku) má za následek vytvoření nabitých částic – iontů.
3. Ionty jsou odděleny podle m/Q poměru v analyzátoru elektromagnetického pole.
4. Ionty jsou detekovány, obvykle kvantitativní metodou.
5. Iont je zpracováván hmotnostním spektrometrem [24].

Hmotnostní spektrometry se skládají ze tří modulů:

1. Prvním modulem je zdroj iontů, jímž lze převést molekuly plynu na ionty.
2. Druhým modulem je hmotnostní analyzátor, který třídí ionty podle jejich hmotnosti s použitím elektromagnetických polí.
3. Třetím modulem detektor, který měří hodnotu indikátoru množství, poskytuje data pro výpočet hojnosti každého iontu v reálném čase [24].



Obrázek 12 Shimadzu – Plynový chromatograf s hmotnostní spektrometrií. Foto: autor

4 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Aby mohl být zahájen výzkum, nejprve se musel vytvořit dotazník, který se týkal problematiky, který byl řešen. Nejtěžší bylo oslovit potenciální osoby, které by byly ochotné vyplnit dotazník (viz. Příloha 1) a darovat do zkumavek jejich vzorek moči. Dotazník se skládá z 9 základních otázek, které je potřeba pro další zkoumání výzkumu. Po uspořádání zjištěných informací, které byly pro přehlednost vepsány do tabulky, následně byly zhotoveny do sloupcových grafů. Dotazovaných lidí bylo 17 kuřáků a 17 nekuřáků. 34 vzorků moči byly uchovány v mrazáku při teplotě $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. První a nejdůležitější otázka byla, kde bude provedena praktická část diplomové práce. Nápadem byla laboratoř Agel, kde jsem v minulosti pracovala. Po konzultaci s vedením laboratoře Agel byla domluvena spolupráce mezi školou a laboratoří. Byla vytvořena smlouva o poskytnutí stáže. V laboratoři Agel na úseku instrumentálních metod byl vykonán můj výzkum. Nejdříve bylo důležité projít školením na tomto oddělení, jak se chovat s nebezpečnými látkami, jak být opatrná. Bylo zapotřebí mít ochranný zdravotnický plášť a jednorázové rukavice, které byly často obměňovány. Tato práce v laboratoři byla pro mne velkou zkušeností. Po ruce mi byli oporou, jak vedoucí úseku, tak i laborantky. Tito lidé byli ochotni jak poradit, tak i ukázali postup měření. Mohla jsem používat všechny nástroje i přístroje, které byly popsány a ukázány na fotografiích. Další den v laboratoři začal tím, že vzorky byly rozmrazeny v horké vodě.

Zábrusové zkumavky nejprve musely být označeny čísly, aby se nemohly zaměnit vzorky. Pro kuřáky byly označeny vzorky moči čísly 2.1-2.17 a pro nekuřáky 1.1-1.17. Dalším krokem bylo přepipetovat 2ml moči do zábrusových zkumavek.



Obrázek 13 Vzorky moči dotazovaných lidí. Foto: autor

Bylo přidáno pipetami do této zkumavky 20 μl pracovního roztoku interního standardu (1-hydroxypyren) a 32 μl β -glukuronidasy. Při teplotě 50 °C se nechaly vzorky 90 minut hydrolyzovat.



Obrázek 14 Ohříváč bloku Stuart. Foto: autor

Z ohříváče byly zkumavky přeloženy do stojánku, kde bylo zapotřebí, aby vychladly. Po vychladnutí se ke vzorku přidalo skleněnou pipetou v tzv. digestoři, to je ochranná skříňka pro ochranu bezpečnosti před případným únikem nebezpečných látek, 5 ml n-pentanu a musely se zkumavky zavíčkovat, aby se nevytlily.



Obrázek 15 Rostok *n*-pentanu do vzorků moči. Foto: autor

Následovalo 20 minut třepání na tzv. třepačce. Poloha musela být šikmá, na zkumavkách musely být zátky, aby se vzorky nevytlily.



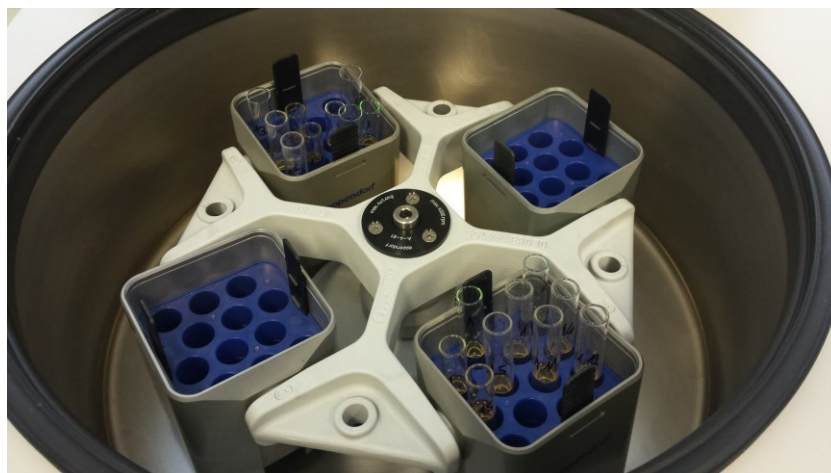
Obrázek 16 Třepačka. Foto: autor

Po 20 minutách byl vzorek kvantitativně převeden do čisté zkumavky a po dobu 5 min. centrifugován. Na přístroji Eppendorf Centrifuge 5810 R, kde byl zadán program 7:751 g.



Obrázek 17. Centrifuga Eppendorf. Foto: autor

Vzorky musely být v centrifuze naproti sobě, aby držely rovnováhu a nepřelily se. Centrifuga je rotační zařízení, které působí na vložený materiál odstředivou silou.

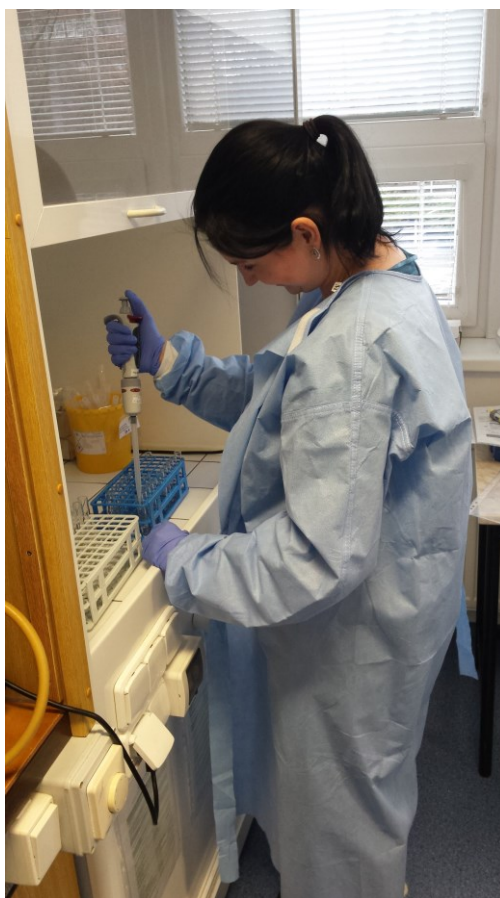


Obrázek 18 Centrifuga a její rozmístění vzorků. Foto: autor

Dalším krokem bylo opatrně napipetovat 4 ml supernatantu do reakční vialky a dalo odpařovat pod dusík bez zahřívání, pomalu se otáčely zátky, aby silný proud dusíku nevybublal vzorek (cca 3-5 minut). Tento přístroj se nazývá Termovap. Všechny tzv. jehličky musely padnout do skleněných zkumavek, aby dusík mohl odpařovat vzorek moči. Vše se odehrávalo v digestoři, ochranné skříňce.



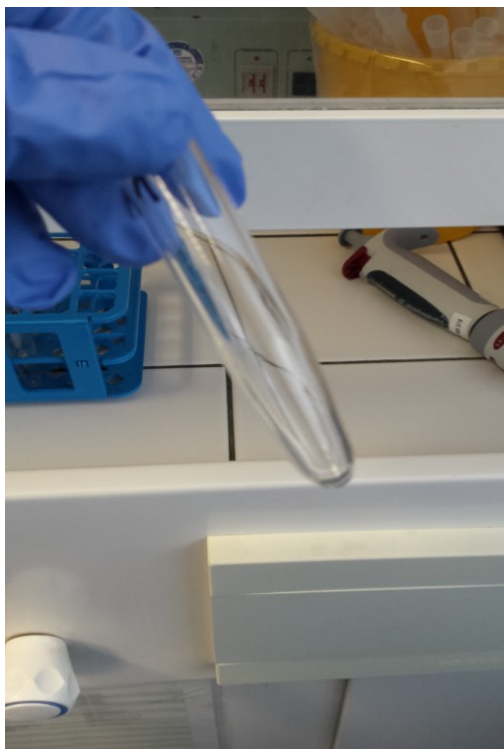
Obrázek 19 Reakční vialky a pipeta. Foto: autor



Obrázek 20 Vzorek byl pipetován do reakčních vialek.
Foto: autor



Obrázek 21 Termovap – přístroj s dusíkem. Foto: autor



Obrázek 22 Vzorek se pod dusíkem vypařil. Foto: autor

V digestoři bylo napipetováno 25 μ l ethylacetátu a 25 μ l derivatizačního činidla (N-methyl). Reakční vialky se daly do ohřívače přístroj Stuart block heater na 25 minut při 60°C. Velkou chybou by bylo, kdyby se vrchní hroty nepřeleply průhlednou náplastí.



Obrázek 23 Derivatizace – ethylacetát. Foto: autor



Obrázek 24 Ohříváč – Stuart block heater. Foto: autor

Derivatizovaný vzorek se nechal vychladit na laboratorní teplotu. Předposledním krokem bylo označit vialky štítky s čísly vzorků. Veškeré množství vzorků bylo napipetováno jednorázovým insertem a zašroubováno.



Obrázek 25 Vialky s jednorázovým insertem. Foto: autor

Poslední krok byl ten, že se vialky vložily do plynového chromatografu Shimadzu GC-2010



Obrázek 26 GC - 2010 Shimadzu Gas Chromatograph – plynový chromatograf. Foto: autor

Data se vyhodnotily z GC-MS s použitím autosampleru (= automatický dávkovač, který pravidelně odebírá vzorky z většího zdroje vzorků).

Dále byl vypočítán vzorec:

$$f = A_{ST} (IS) / A_{ST} (\text{hydroxypyrenu}) * C_{ST} (\text{hydroxypyrenu})$$

$$C_{VZ} = A_{VZ/ST} (\text{hydroxypyrenu}) / A_{VZ/ST} (IS) * f$$

- z vypočteného faktoru zvoleného standardu se vypočítal standard jako kontrolní vzorek

A = plocha Jednotka = ug/l (hydroxypyren)

C = koncentrace

ST = vzorek standardu

VZ = vzorek pacienta

Parametry GC – MS stanovení přístroje:

GC (Gas chromatography)

- Column oven temp: 80 °C
- Injection temp: 260 °C
- Injection mode: splitless
- Sampling time: 1 min
- Flow control mode: pressure
- Pressure: 80.8 kPa
- Total flow: 36,4 ml/min
- Column flow: 1.2 ml/min
- Linear velocity: 41.1 cm/sec
- Purge flow: 10.0 ml/min
- Program: column oven temperature (80°C držet 1 min, pak během 20 min na 300°C)

MS (Mass spectrometry)

- Ion source temp: 230°C
- Interface temp: 280°C
- Solvent cut time: 5 min
- Detector voltage: relative to the tuning reset
- Treshold: 300
- Start time: 8 min
- End time: 22 min
- Ach. Mode: sim
- Event Time: 0.5 sec
- Ionty: - 275 hydroxypyren, 284 – hydroxypyren-d9

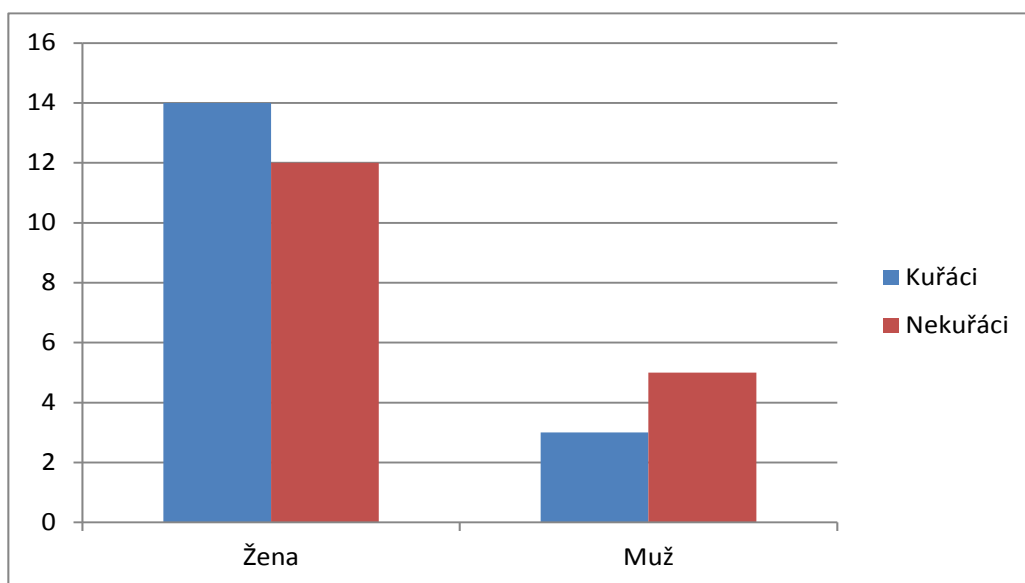
4.1 Vyhodnocení dotazníku

Dotazník se skládá z 9 základních otázek (viz Příloha 1). Oslovených lidí bylo 17 kuřáků a 17 nekuřáků. Zjištěné údaje z dotazníku jsou znázorněny v tabulce (viz Příloha 2)

Tabulka 2 Počet dotazovaných osob

Pohlaví	Žena	Muž
Kuřáci	14	3
Nekuřáci	12	5

Graf 1 Rozdělení dotazovaných respondentů na kuřáky a nekuřáky

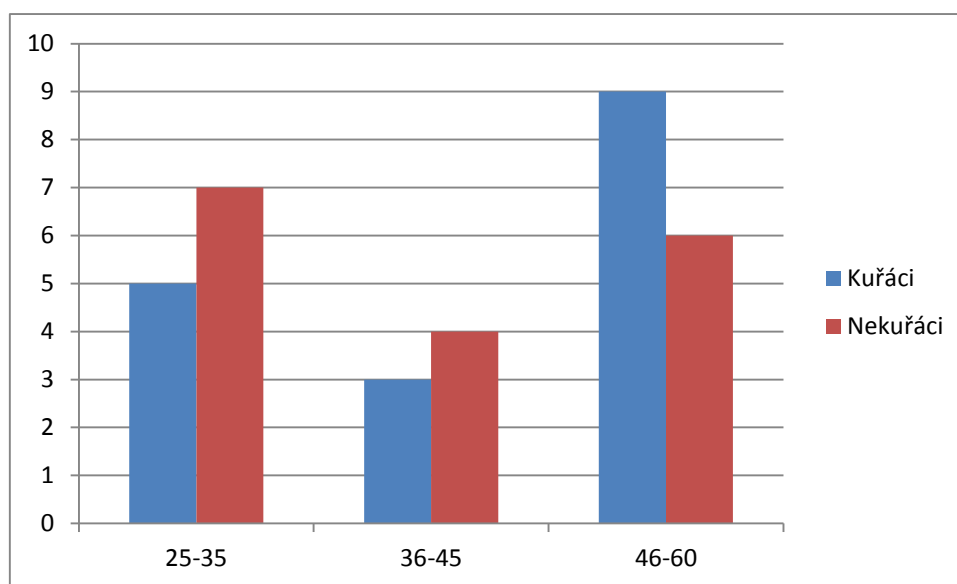


Zdroj: Bc. Dominika Remešová, 2018.

Tabulka 3 Věková kategorie kuřáků a nekuřáků

Věk	25-35	36-45	46-60
Kuřáci	5	3	9
Nekuřáci	7	4	6

Graf 2 Rozdělení osob podle věkové kategorie

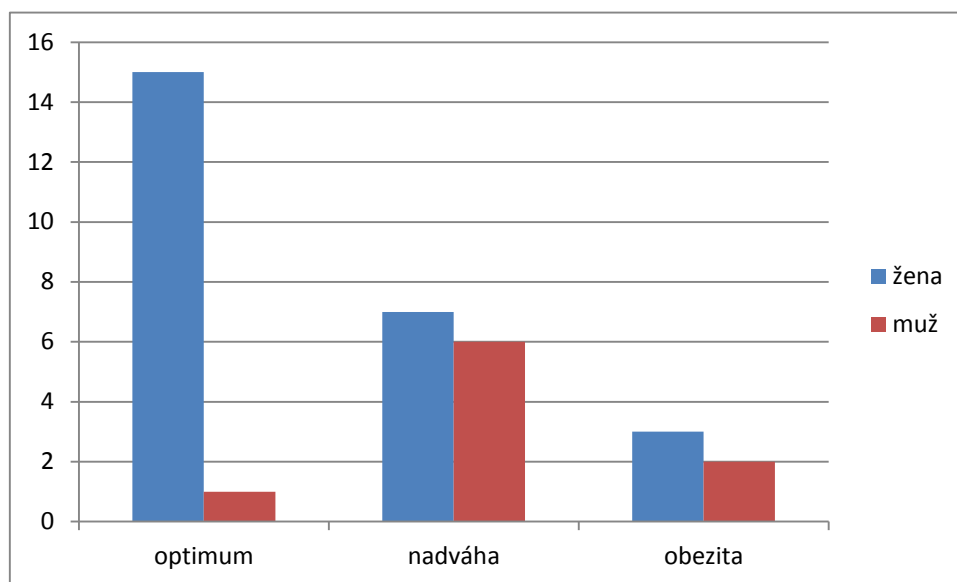


Zdroj: Bc. Dominika Remešová, 2018.

Tabulka 4 Výpočet BMI u žen a mužů

BMI	optimum	nadváha	obezita
žena	15	7	3
muž	1	6	2

Graf 3 Rozdělení váhového indexu u mužů a žen

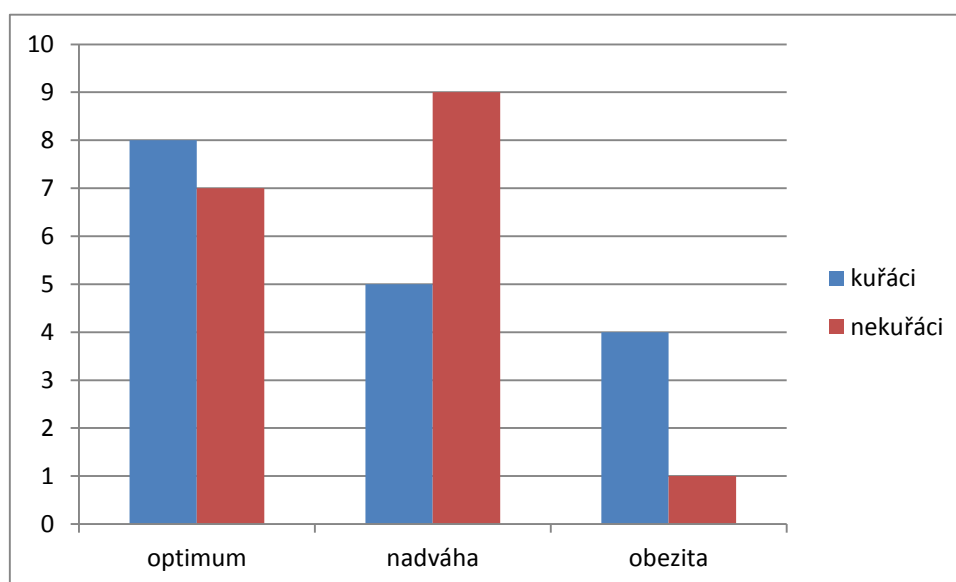


Zdroj: Bc. Dominika Remešová, 2018.

Tabulka 5 Výpočet BMI u kuřáků a nekuřáků

BMI	optimum	nadváha	obezita
kuřáci	8	5	4
nekuřáci	7	9	1

Graf 4 Rozdělení váhového indexu na kuřáky a nekuřáky



Zdroj: Bc. Dominika Remešová, 2018.

4.2 Vyhodnocení plynového chromatografu

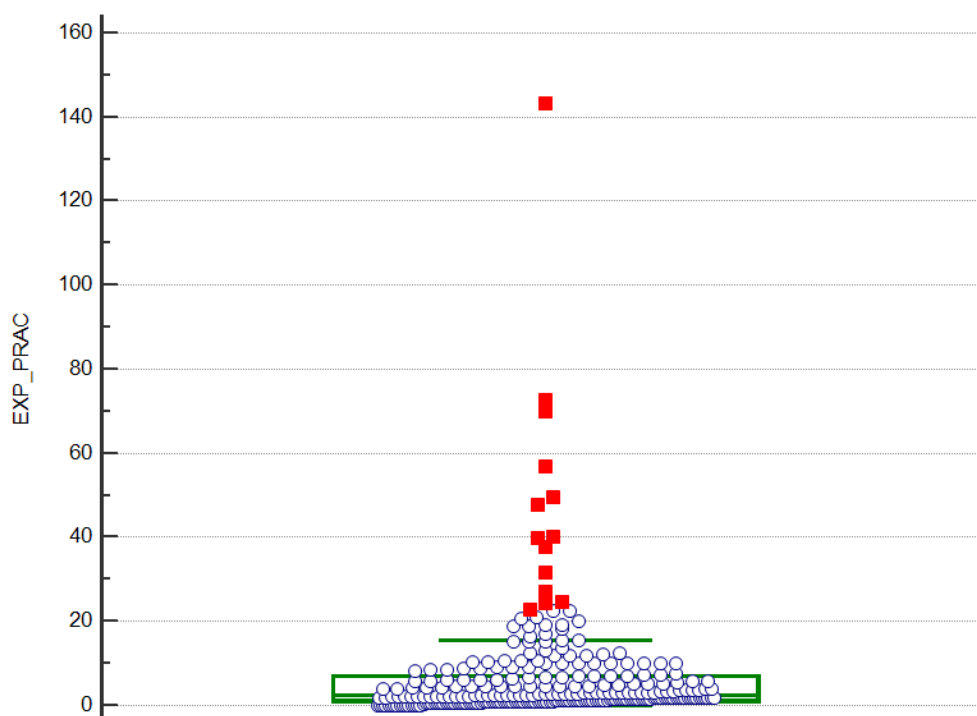
Pro vyhodnocení celkových výsledků byl použit program MedCalc. Tento program slouží jako statistický software určený pro biomedicínské vědy.

Tabulka 6 Statistické údaje exponovaných pracovníků PAU

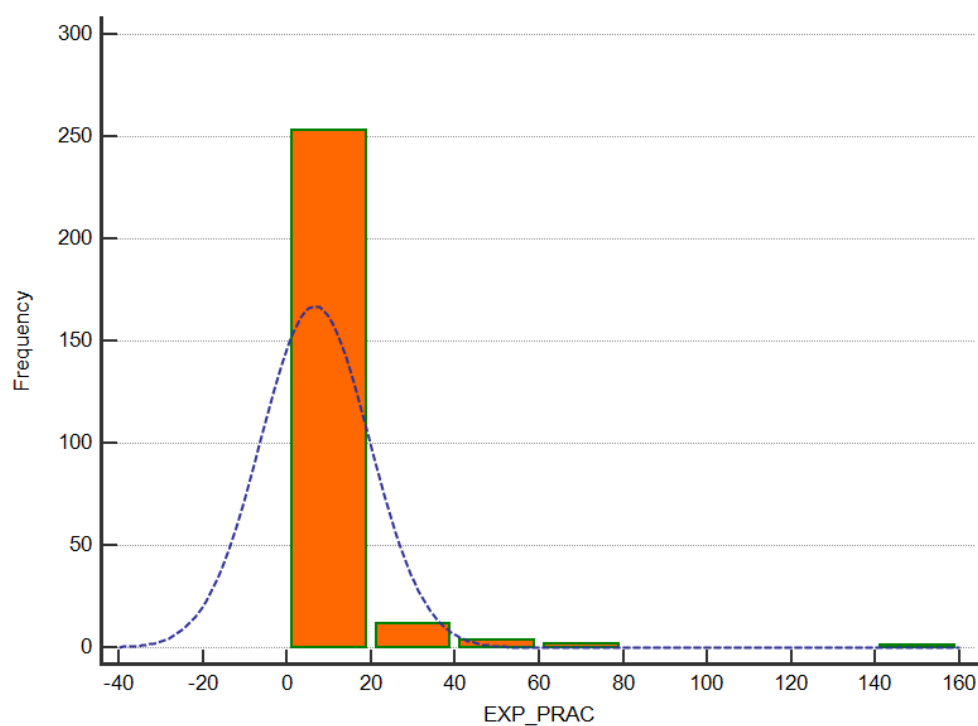
Počet vzorku	272
Nejnižší hodnota	0,001000
Nejvyšší hodnota	143,3100
Aritmetický průměr	6,6040
95% interval spolehlivosti pro aritmetický průměr	5,0527 to 8,1552
Medián	2,3550
95 % interval spolehlivosti pro medián	1,9670 to 2,9465
Rozptyl	168,8745
Standardní odchylka	12,9952
Relativní směrodatná odchylka	1,9678 (196,78%)
Standardní chyba průměru	0,7879
Koeficient stupně symetrie	5,9646 (P<0,0001)
Koeficient míry tahu	50,0835 (P<0,0001)
D'Agostino-Pearson test pro normální distribuci	rozdělení normalnosti (P<0,0001)

Percentily		95% Interval spolehlivosti
2,5	0,001000	0,001000 to 0,001000
5	0,001000	0,001000 to 0,5053
10	0,5940	0,4783 to 0,7650
25	1,1200	0,9876 to 1,3872
75	6,9350	5,1385 to 9,0597
90	15,4750	11,9500 to 20,5081
95	22,8470	19,0306 to 39,9244
97,5	40,0090	24,4381 to 70,4688

Graf 5 Exponovaní pracovníci PAU



Graf 6 Histogram exponovaných pracovníků PAU

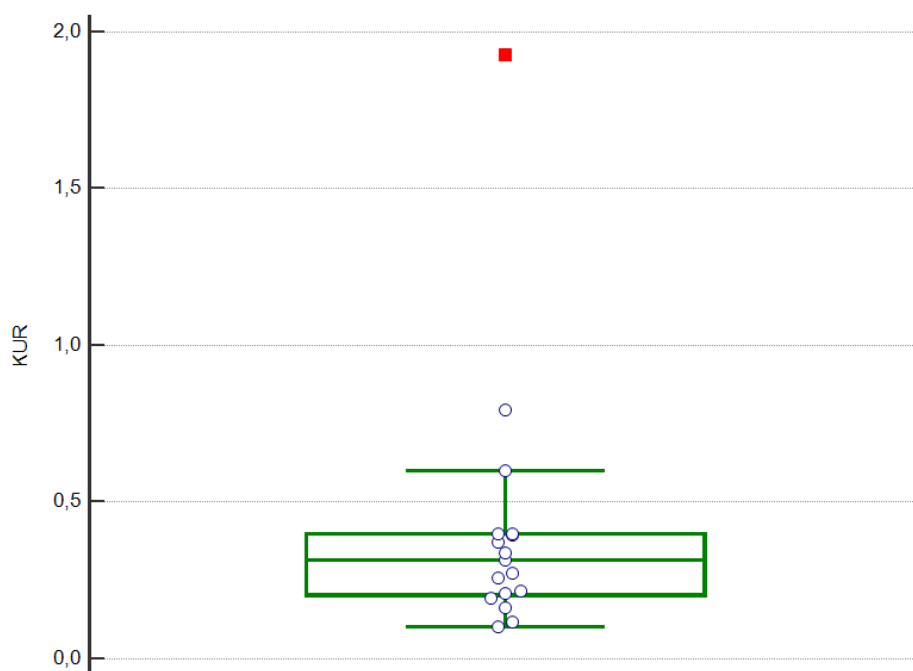


Tabulka 7 Statistické údaje kuřáků

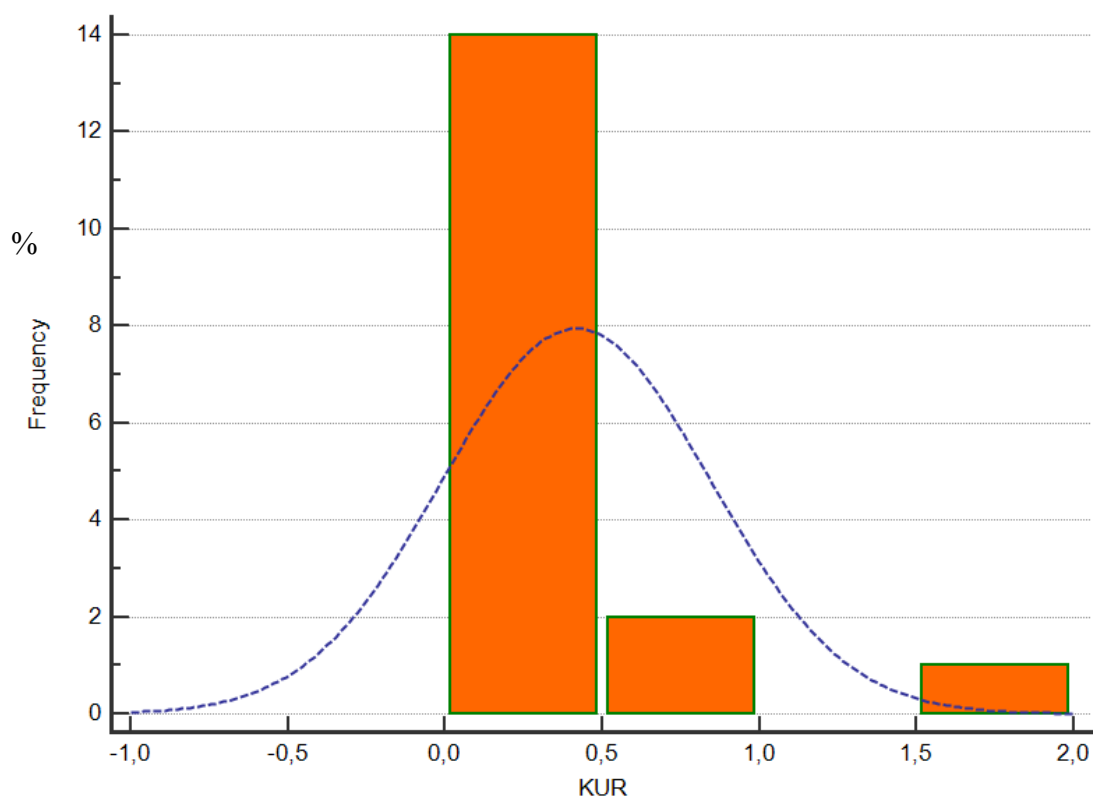
Počet vzorku	17
Nejnižší hodnota	0,1021
Nejvyšší hodnota	1,9282
Aritmetický průměr	0,4165
95% interval spolehlivosti pro aritmetický průměr	0,1971 to 0,6358
Medián	0,3146
95% interval spolehlivosti pro medián	0,2086 to 0,3991
Rozptyl	0,1820
Standardní odchylka	0,4266
Relativní směrodatná odchylka	1,0244 (102,44%)
Standardní chyba průměru	0,1035
Koeficient stupně symetrie	3,1059 (P<0,0001)
Koeficient míry tahu	10,8394 (P=0,0001)
D'Agostino-Pearson test pro normální distribuci	rozdělení normálnosti (P<0,0001)

Percentily		95% Koeficient spolehlivosti
2,5		
5	0,1073	
10	0,1263	
25	0,2052	0,1106 to 0,2919
75	0,3992	0,3286 to 1,2816
90	0,7564	
95	1,5317	
97,5		

Graf 7 Kuřáci



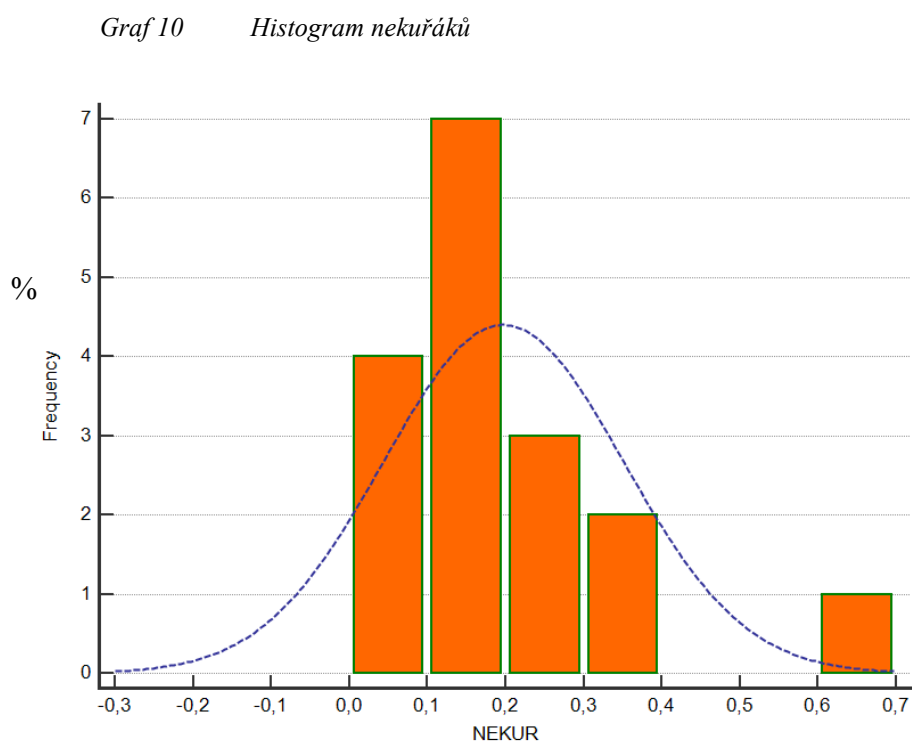
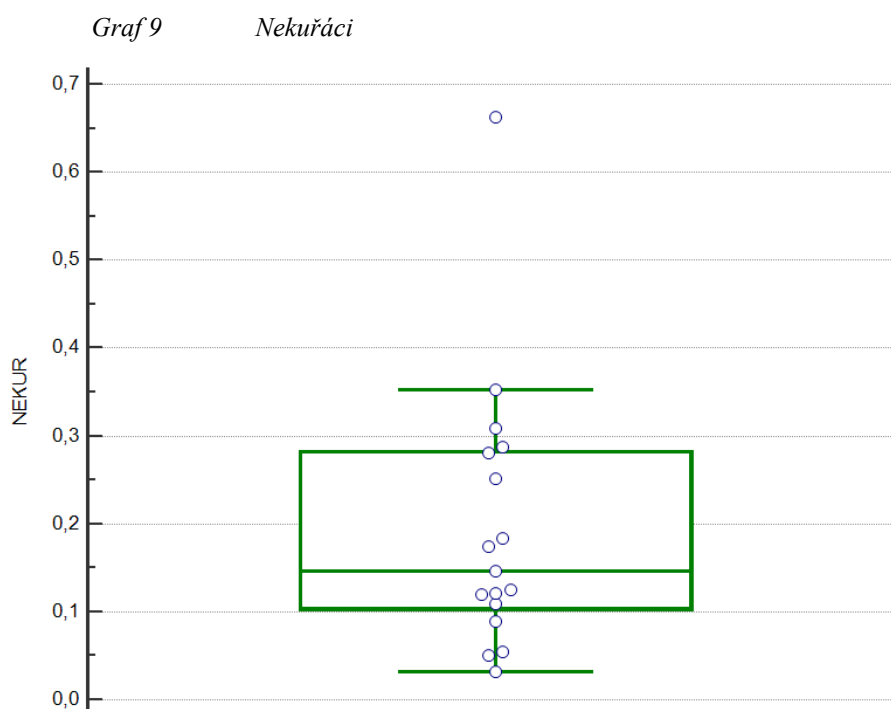
Graf 8 Histogram kuřáků



Tabulka 8 Statistické údaje nekuřáků

Počet vzorku	17
Nejnižší hodnota	0,03148
Nejvyšší hodnota	0,6626
Aritmetický průměr	0,1970
95% interval spolehlivosti pro aritmetický průměr	0,1178 to 0,2762
Medián	0,1460
95% interval spolehlivosti pro medián	0,1094 to 0,2804
Rozptyl	0,02373
Standardní odchylka	0,1541
Relativní směrodatná odchylka	0,7820 (78,20%)
Standardní chyba průměru	0,03737
Koeficient stupně symetrie	1,8148 (P=0,0030)
Koeficient míry tahu	4,3852 (P=0,0100)
D'Agostion-Pearson test pro normální distribuci	rozdělení normálnosti (P=0,0004)

Percentily		95% Koeficient spolehlivosti
2,5		
5	0,03826	
10	0,05169	
25	0,1044	0,04253 to 0,1340
75	0,2827	0,1624 to 0,4854
90	0,3434	
95	0,5539	
97,5		



Tabulka 9 Studentův t – test mezi exponovanými pracovníky PAU a kuřáky

Vzorek 1	Vzorek 2
Exponovaní pracovníci PAU	Kuřáci

	Vzorek 1	Vzorek 2
Počet vzorku	272	17
Aritmetický průměr	6,6040	0,4165
95% interval spolehlivosti pro aritmetický průměr	5,0527 to 8,1552	0,1971 to 0,6358
Rozptyl	168,8745	0,1820
Standardní odchylka	12,9952	0,4266
Standardní chyba průměru	0,7879	0,1035

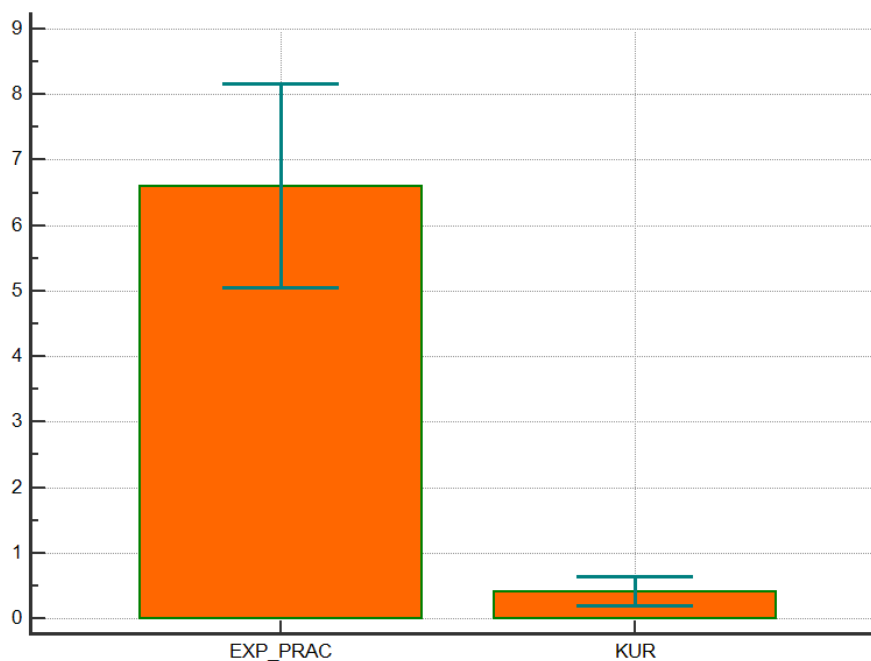
F-test pro rovnoměrné odchylky	$P < 0,001$
--------------------------------	-------------

T- test (za předpokladu rovných odchylek)

Rozdíl	-6,1875
Sdružená směrodatná odchylka	12,6281
Standardní chyba	3,1570
95% interval spolehlivosti z rozdílu	-12,4013 to 0,02641
T-test	-1,960
Stupně svobody (DF)	287
Pravděpodobnost dvoubodů	$P = 0,0510$

D'Agostino-Pearson test pro normální distribuci	rozdělení normalnosti ($P < 0,0001$)
---	--

Graf 11 T-test rozdíl mezi exponovanými pracovníky PAU a kuřáky



Tabulka 10 Studentův T-test mezi exponovanými pracovníky PAU a nekuřáky

Vzorek 1	Vzorek 2
Exponovaní pracovníci PAU	Nekuřáci

	Vzorek 1	Vzorek 2
Počet vzorku	272	17
Aritmetický průměr	6,6040	0,1970
95% interval spolehlivosti z průměru	5,0527 to 8,1552	0,1178 to 0,2762
Rozptyl	168,8745	0,02373
Standardní odchylka	12,9952	0,1541
Standardní chyba průměru	0,7879	0,03737

F-test pro rovnoměrné odchylky	$P < 0,001$
--------------------------------	-------------

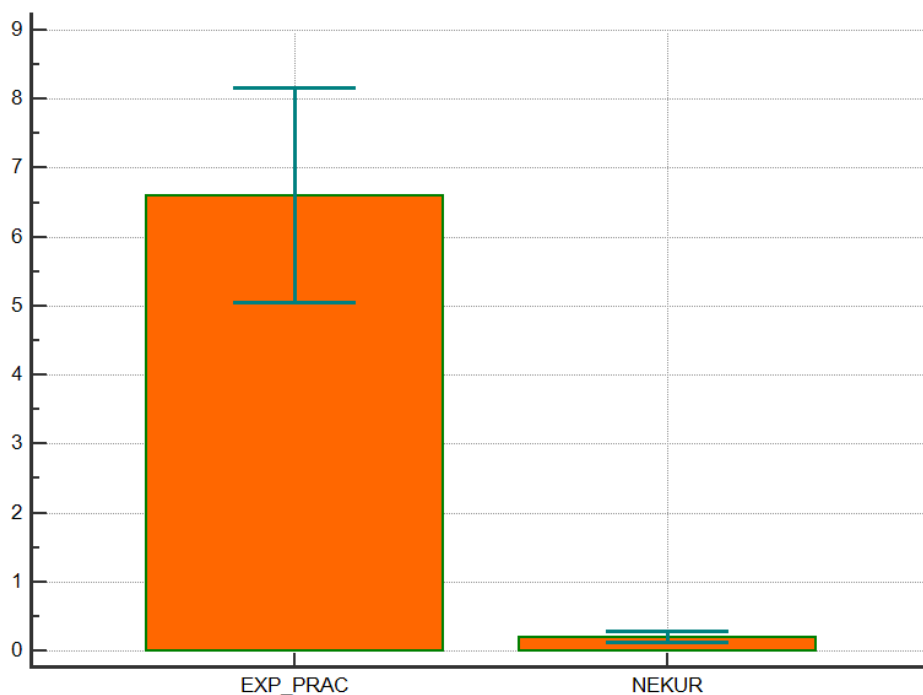
T – test (za předpokladu rovných odchylek)

Rozdíl	-6,4069
Sdružená směrodatná odchylka	12,6278
Standardní chyba	3,1569
95% interval spolehlivosti z rozdílu	-12,6207 to -0,1932
T-test	-2,029
Stupně svobody (DF)	287
Pravděpodobnost dvoubodů	P = 0,0433

D'Agostino-Pearson test pro normální distribuci	rozdělení normálnosti (P < 0,0001)
--	------------------------------------

Graf 12

T-test rozdíl mezi exponovanými pracovníky PAU a nekuřáky



Tabulka 11 Studentův T-test mezi kuřáky a nekuřáky

Vzorek 1	Vzorek 2
Kuřáci	Nekuřáci

	Vzorek 1	Vzorek 2
Počet vzorku	17	17
Aritmetický průměr	0,4165	0,1970
95% interval spolehlivosti z aritmetického průměru	0,1971 to 0,6358	0,1178 to 0,2762
Rozptyl	0,1820	0,02373
Standardní odchylka	0,4266	0,1541
Standardní chyba z průměru	0,1035	0,03737

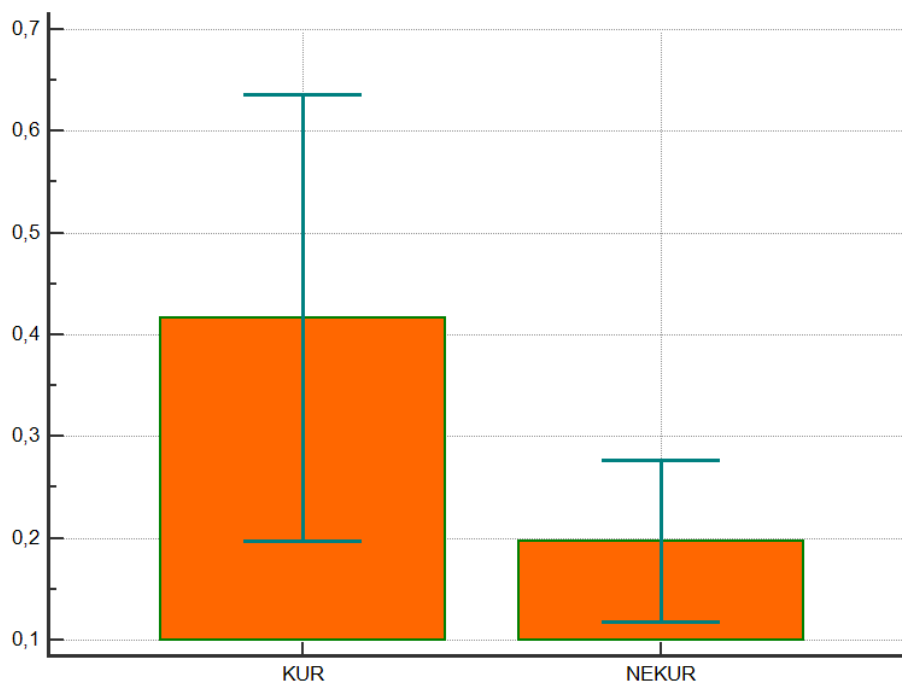
F-test pro rovnoměrné odchylky	$P < 0,001$
--------------------------------	-------------

T-test (za předpokladu rovných odchylek)

Rozdíl	-0,2195
Sdružená směrodatná odchylka	0,3207
Standardní chyba	0,1100
95% interval spolehlivosti z rozdílu	-0,4436 to 0,004616
T-test	-1,995
Stupně svobody (DF)	32
Pravděpodobnost dvoubodů	$P = 0,0546$

D'Agostino-Pearson test pro normální distribuci	rozdělení normalnosti ($P < 0,0001$)
---	--

Graf 13 T-test-rozdíl mezi kuřáky a nekuřáky



Tabulka 12 Koncentrace sledovaných metabolitů hydroxypyrenu v moči

	N	Min	Max	AP ($\mu\text{g/l}$)	Me ($\mu\text{g/l}$)	95% CI
Exponovaní pracovníci PAU	272	0,001	143,31	6,6040	2,3550	5,0527 to 8,1552
Kuřáci	17	0,1021	1,9282	0,4165	0,3146	0,1971 to 0,6358
Nekuřáci	17	0,0314	0,6626	0,1970	0,1460	0,1178 to 0,2762

95% CI=koeficient spolehlivosti, AP=aritmetický průměr, Me=medián

5 DISKUSE

Rozhodla jsem se pro první zkoumání mého výzkumu použít metodu dotazníku. Nejprve byl vytvořen dotazník, který se skládal z 9 základních otázek. Dotazník byl zcela anonymní (viz příloha 1). Dotazovaných lidí bylo 17 kuřáků a 17 nekuřáků. Společně s dotazníkem byla přiložena i zkumavka pro vzorek moči. Tyto vzorky moči bylo zapotřebí uchovat v mrazáku při teplotě -20°C . Zjištěné odpovědi z dotazníku jsem vyhodnotila do tabulky (viz příloha 2) a následně vytvořila sloupcové grafy.

Z grafu 1 bylo zjištěno, že z dotazovaných respondentů nejvíce kuřáků byly ženy. V dnešní uspěchané době jsou ženy více stresovány, jak v práci, tak i doma. Cigaretu je pro ně taková očista, kde v klidu mohou přemýšlet a relaxovat.

Z grafu 2 vyplývá, že nejvíce kuřáků je ve věku v rozmezí 46-60 let. Tento věk je nejvíce rizikovější. Člověk už stárne a zdraví neslouží, tak jak kdyby měl člověk 20 let. Lidé jsou náchylnější na různé vážné nemoci například rakovina. Tělo se s nemocí hůře snáší, nereaguje snadno na léčbu. Další skupinou kuřáků je věk v rozmezí 25-35 let. Podle mě si tímto lidé zahrávají se zdravím. Například v tomto věkovém rozmezí se rozhodují ženy mít děti. Někdy se stává, že se jim nedaří otěhotnět nebo děti při narození mají určité zdravotní problémy. Občas jsem se setkala i s názory, že když nebude těhotná žena kouřit během 9. měsíců, že bude vše v pořádku, ale to se velmi plete. Tělo si pamatuje, jaké škodliviny v těle byly a ty tam i zůstávají.

Z grafu 3 vyplývá, že nejlépe vyšlo BMI u žen, které mají podle váhy a výšky optimální hodnotu. U mužů vyšla největší hodnota BMI nadváha.

Z grafu 4 vyplývá, že u kuřáků se objevuje, jak optimální hodnota, tak i nadváha a samozřejmě obezita. Závislost je spojena nejen s cigaretou, ale i s pitím alkoholu. Po cigaretě má člověk mnohem větší chuť, jak na jídlo, tak i na alkohol. Snadno se při kouření cigaret přibírá, nedrží se zdravý životní styl. Člověk při kouření ani nemůže cvičit, špatně se mu dýchá a má zdravotní problémy.

V dotazníku byla i otázka, kde respondenti bydlí. Odpověď byla buď na vesnici, nebo ve městech. Na vesnicích lidé musí dýchat různé postřiky z polí, které způsobují hlavně alergie a astma. Ve městech zase lidé dýchají zplodiny, jak z aut, tak i z továren, které vypouštějí do ovzduší. V ovzduší se objevuje nebezpečná látka benzo(a)pyren.

Po překročení průměru koncentrace prachu se vyhláší smogová situace. Na zdraví se smog podepisuje tím, že jsou více lidé náchylní k různým nemocem, dokonce kvůli smogu i předčasně zemřou.

Pro druhé zkoumání mého výzkumu byly využity vzorky moči dotazovaných osob. Data získána měřením na plynovém chromatografu byla dále přepočítána dle vzorce pro přepočet obsahu 1-hydroxypyrenu v moči. Pro vyhodnocení celkových výsledků byl použit program MedCalc.

Pro měření v programu bylo zapotřebí znát dotazované respondenty. Byli to kuřáci, nekuřáci a exponovaní pracovníci PAU. Tyto 3 skupiny byly nejdříve porovnány zvlášť a poté podle Studentova T-testu rozděleny na skupiny po dvojicích. Data z plynového chromatografu byla statisticky vyhodnocena do tabulek u jednotlivých skupin. Tyto skupiny byli exponovaní pracovníci PAU s kuřáky, exponovaní pracovníci PAU s nekuřáky a poslední skupinou kuřáci a nekuřáci. A následně tyto data z tabulek byla i graficky zpracována.

Ze statistických údajů uvedených v tabulce 12 vyplývá, že pracovníci exponovaných PAU byli nejvíce zasaženi. Z výsledků můžeme vidět, že hodnoty jsou podstatně vyšší než u kuřáků a nekuřáků. Hodnoty exponovaných pracovníků PAU byly získány z dat laboratoře.

Pro přehlednost byla vytvořena tabulka 12, která znázorňuje všechny skupiny dotazovaných osob pohromadě. Zhodnocené výsledky z tabulky 12 vypovídají, že mezi kuřáky a nekuřáky je jistý rozdíl v hodnotách. Naměřily se téměř 2x vyšší hodnoty, jak aritmetického průměru, tak i u hodnoty mediánu lze potvrdit, že kuřáci jsou na tom hůře než nekuřáci.

Určitou úlohu těchto naměřených hodnot mohlo být zapříčiněno i prostředím, ve kterém respondenti pracují. Z dotazníkového šetření bylo zjištěno, že někteří kuřáci, ale i nekuřáci pracují v prostředí, kde se zpracovávají plastové výrobky. Plasty obsahují látky, které působí toxicky anebo mají negativní vliv na hormonální systém člověka. Obsahují ftaláty, které působí negativně na játra a ledviny, existují zvýšená rizika alergií nebo astmatu. Druhou nejhorší látkou je bisfenol A (BPA), která může způsobit u žen rakovinu prsu a u mužů rakovinu varlat a prostaty.

Druhou nebezpečnou prací, kterou anonymní respondenti vykonávají je výroba keramických kachlí, glazur. U této práce lidé přicházejí do styku s olovnatou barvou. Provádějí se pravidelné prohlídky, každého půl roku chodí lidé na odběr krve, aby se zjistilo, kolik má člověk v sobě olova. Pokud převýší stanovený limit, musí být osoba převedena na jiné místo, aby se olovo dostalo z těla ven. Do keramické výroby chodí jednou ročně kontrola, aby změřila prašnost, co vlastně lidé dýchají za nebezpečné toxické látky a samozřejmě měří hodnoty olova.

6 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo posouzení klinického významu monitorování expozice polyaromatickým nenasyceným uhlovodíkům (PAU) prostřednictvím monitorování odpadu 1-hydroxypyrenu v moči.

Pro zkoumání cíle této práce byly použity dvě metody. První metodou byl vytvořen dotazník, který byl důležitou součástí výzkumu. Jednalo se o lidi, kteří jsou kuřáci a nekuřáci. Po vyhodnocení dotazníku bylo zjištěno, že někteří pracovníci vykonávají svoji práci v nebezpečném prostředí. Tímto zjištěním mohlo ovlivnit výsledky jejich vzorku moči. Druhou použitou metodou výzkumu bylo monitorování odpadu 1-hydroxypyrenu v moči. S použitých vzorků moči kuřáků a nekuřáku byl proveden laboratorní výzkum. Po zjištění bylo dosaženo překvapivých výsledků. Nejvíce ohroženou skupinou na zdraví byli exponovaní pracovníci PAU a kuřáci. Tyto zjištěné výsledky byly opakovaně porovnány v programu MedCalc a následně z údajů vytvořené grafy.

Výzkum, který jsem započala, může sloužit k výzkumu vstupu škodlivin do organismu člověka. Bylo zjištěno, že škodlivinami vznikající z výroby je organismus člověka vystaven mnohem větší intenzitě než vlastní kouření. Cíl práce byl splněn.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. BAIRD C., CANN M. Environmental chemistry. Fourth Edition. W.H. Freeman and Company, 2008. ISBN 978-1-4292-0146-0.
2. BALÁKOVÁ, L. Expozice a závislost mladistvých kuřáků na nikotinu. 1.vyd. Brno, 2003. 243 s.
3. BALFOUR D. J., FAGERSTOM K. O.: Pharmacology of nicotine and its therapeutic use in smoking cessation and neurodegenerative disorders. Pharmacol.Ther., 72, No. 1, pp. 51-81, 1996.
4. BÁREK, J., MEJSTRÍK, V., ŠVAGROVÁ, I., ZIMA, J.: Chemické listy 88, 341 (1994).
5. BÁRTLOVÁ, S. Sociologie medicíny a zdravotnictví. 6. vyd. Praha: Grada publishing, 2005. ISBN 80-247-1197-4.
6. BENCKO, V., CIKRT, M., LENER, J. Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. 1. Vyd. Praha: Grada Publishing, zdravotnické nakladatelství, 1995, 288 s. ISBN 80-7169-150-X.
7. BENCKO, V. a kol. Hygiena a epidemiologie. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1129-5.
8. BJORSETH A., EKLUND G.: Anal. Chim. Acta 705, 119, (1979).
9. BOLLINGER C. T., FAGERSTROM K. O.: Tobacco Epidemic. Karger, Basel, 1997.
10. CLONFERO E., ZORDAN M., VENIER P., PALEOLOGO M., LEVIS A. G., COTTICA D., POZZOLI L., JONGENELEN F.J., BOS R. P., ANZION R. B.: Int. Arch. Occup. Environ. Health 61, 363 (1989).
11. DEE, J. Jak přestat kouřit. 1.vyd. Praha: Dialog, 1995. ISBN 80-85843-43-9.
12. Dopady na životní prostředí: Smogová situace v Moravskoslezském kraji [online]. [cit. 2018-02-27]. Dostupné z: <https://www.meteopress.cz/smogova-situace-2/>.
13. Dýchací systém: Kouření a vliv na plíce [online]. [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: [http:// strankaprotikoureni.webnode.cz/news/plice-/](http://strankaprotikoureni.webnode.cz/news/plice-/).

14. FAGERSTRÖM K. O., SCHNEIDER N. G.: Measuring nicotine dependence: A review of the FTQ. *J. Behav. Med.*, 12, pp. 159-181, 1989.
15. GILMAN, S., XUN, Z. Příběh kouře. 1.vyd. Praha: Dybbuk, 2006. ISBN 80-86862-23-2.
16. HAJEK P: Current issues in behavioural and pharmaceutical approaches to smoking cessation. *Addictive Behaviours*, 21, pp. 699 – 670, 1996.
17. HOLOUBEK, I. Osud polycyklických aromatických uhlovodíků v prostředí. In ČÍŽEK, Z. Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU): Sborník referátů ze semináře. Praha: BIJO TC a.s., 1995. str. 23-65.
18. HUBERT, A., WENZEL, K. D., ENGELWALD, E., SCHURMANN, G.: *Rev. Analytická Chemie* 20, 101, (2001).
19. Chemické složení cigaretového kouře: Co vše je v cigaretě [online]. [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: http://www.kurakova-plice.cz/koureni_cigaret/zajimavosti-a-statistiky/co-obsahuje-cigaretovy-kour-dym/5-chemicke-slozeni-cigaretoveho-koure-co-obsahuje-kour-z-cigaret.html.
20. CHEMIE: Pracovní listy [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/852574-Chemie-pracovni-listy-pro-zaky.html>.
21. IDNES.cz: Ostrava a Moravskoslezský kraj: Smogová situace [online]. [cit. 2018-03-14]. Dostupné z: https://ostrava.idnes.cz/smog-ostravsko-prach-limity-moravskoslezsky-kraj-fws-/ostrava-zpravy.aspx?c=A180302_165527-ostrava-zpravy-woj.
22. JONGENELEN F. J., ANZION R. B. M., HENDERSON P. TH.: *J. Chromatogr.* 413, 227 (1987).
23. JONGENELEN F. J., BOS R. P., ANZION R. B. M., THEUWS J. L. G., HENDERSON P. TH.: *SCAN. J. WORK. ENVIRON. HEALTH* 12, 137 (1986).
24. KLOUDA, P. Moderní analytické metody. 2.vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 2003. 132 s. ISBN 80-86369-07-2.
25. Kouření v 15. století: Scientist – Smoking People are Mentally ill or Poor [online]. [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <http://clapway.com/2016/08/08/scientists-smoking-people-mentally-ill-poor/>.

26. Kouření škodí zdraví: Proč lidé kouří? [online]. [cit. 2018-01-30]. Dostupné z: <http://www.mirdo.cz/jak-koureni-zpusobuje-rakovinu-plic/>.
27. KRÁLÍKOVÁ, E., KOZÁK, J. T.: Jak přestat kouřit. 1.vyd. Praha: Maxdorf, 1997. ISBN 80-85800-62-4.
28. KRÁLÍKOVÁ E., KOZÁK J. T.: Odvykání kouření v denní praxi lékaře. Maxdorf-Jessenius, Praha, 1998.
29. KRÁLÍKOVÁ, E. et al. 2013 Závislost na Tabáku: epidemiologie, prevence a léčba. 1.vyd. Břeclav: Adamira. 503 s. ISBN 978-80-904217-4-5.
30. KŘIVOHLAVÝ, J. Psychologie zdraví. 1.vyd. Praha: Portál, 2001. ISBN 80-7178-551-2.
31. Kvalita ovzduší v Moravskoslezském kraji: Smogová situace [online]. [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <https://msk.cz/cz/zivotni-prostredi/zakladni-informace-a-legislativa-41567/>.
32. LINHART, I.: Toxikologie, interakce škodlivých látek s živými organismy, jejich mechanismy, projevy a důsledky. 2.vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2014, 410 s. ISBN 978-80-7080-877-1.
33. MARHOLD, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Avicenum, zdravotnické nakladatelství, Praha 1986, 1700 s.
34. McNEIL A., HENDRIE A.: Regulation of nicotine replacement therapies. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2001.
35. Nádorová onemocnění: Adenom hypofýzy [online]. [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <http://www.spektrumzdravi.cz/academy/adenom-hypofyzy>.
36. NEŠPOR, K. Kouření, pití, drogy. 1.vyd. Praha: Portál, 1995. ISBN 80-7178-023-5.
37. NEŠPOR, K. Návykové chování a závislost. 2.vyd. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-831-7.
38. NEŠPOR, K., CSÉMY, L.: Léčba a prevence závislostí. 1.vyd. Praha: Psychiatrické centrum, 1996. ISBN 80-85121-52-2.

39. Nikotin a jeho účinky: Otrava nikotinem [online]. [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: <http://www.lekarnickekapky.cz/leky/spravne-po-uzivani-leku/nikotin-a-jeho-ucinky.html>.
40. PATOČKA, J., 2007 Toxicology [online]. [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <http://www.toxicology.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=99>.
41. PROKEŠ, J.: Základy toxikologie, obecná toxikologie a ekotoxikologie. 1.vyd. Praha, 2005. 248 s. ISBN 80-7262-301-X.
42. PROVAZNÍK, K., KOMÁREK, L. Manuál prevence v lékařské praxi: Souborné vydání. 1.vyd. Praha: Fortuna, 2003. 736 s. ISBN 80-7168-942-4.
43. RAW M., McNEIL A., WESTR R.: Smoking Cessation Guidelines for Health professionals. A Guide to effective Smoking Cessation Interventions for the Health Care System. Thorax, 53, Suppl. 5, Part 1, 1998.
44. RŮŽIČKA, E. A kol.: Diferenciální diagnostika a léčba demencí: Příručka pro praxi. Praha: Galen 2003, ISBN 80-7262-205-6.
45. SLIMÁKOVÁ, M.: Příčiny prevence Alzheimerovy demence, 2000. [online]. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <https://www.margit.cz/priciny-prevence-alzheimerovi-demence/>.
46. Statistické údaje o kouření: Zajímavosti zjištěné v oblasti kouření [online]. [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <http://www.plicni-skwarlo.cz/uzitecne-informace/koureni/>.
47. Státní zdravotní ústav: Smogová situace [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/smogova-situace-co-muzeme-udelat?highlightWords=smogov%C3%A1+situace+moravskoslezsk%C3%A9m+kráji>.
48. ŠTULÍK, K., PACÁKOVÁ, V., PODOLÁK, M.: J. Chromatogr. 298, 225 (1984).
49. ULEKARE: Kardiovaskulární systém - zúžení cév [online]. [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: <https://www.ulekare.cz/clanek/nikotin-zuzuje-vase-cevy-na-dlouhych-dvacet-minut-13258>.
50. Vodní dýmka: Základní části vodní dýmky [online]. [cit. 2018-01-24]. Dostupné z: <http://www.vodnidymky.info/nahoru/z-ceho-se-sklada-vodni-dymka>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

BPA = bisfenol A

CO = oxid uhelnatý

C₁₀H₈ = naftalen

C₁₂H₈ = acenaftylen

C₁₃H₁₀ = fluoren

C₁₆H₁₀ = pyren

C₁₈H₁₂ = benzo(a)antracen

C₂₀H₁₂ = benzo(a)pyren

DNA = nukleová kyselina

GC = gas chromatography (plynový chromatograf)

MS = mass spectrometry (hmotnostní spektrometr)

PAH = polycyclic aromatic hydrocarbons, polycyklické aromatické uhlovodíky

PAU = polycyklické aromatické uhlovodíky

PM₁₀ = polétavý prach

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	Vlastnosti benzo(a)pyrenu	11
Tabulka 2	Počet dotazovaných osob	44
Tabulka 3	Věková kategorie kuřáků a nekuřáků	45
Tabulka 4	Výpočet BMI u žen a mužů	46
Tabulka 5	Výpočet BMI u kuřáků a nekuřáků	47
Tabulka 6	Statistické údaje exponovaných pracovníků PAU	48
Tabulka 7	Statistické údaje kuřáků	50
Tabulka 8	Statistické údaje nekuřáků	52
Tabulka 9	Studentův t – test mezi exponovanými pracovníky PAU a kuřáky	54
Tabulka 10	Studentův T-test mezi exponovanými pracovníky PAU a nekuřáky	55
Tabulka 11	Studentův T-test mezi kuřáky a nekuřáky	57
Tabulka 12	Koncentrace sledovaných metabolitů hydroxypyrenu v moči	58

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1	Smogová situace v Moravskoslezském kraji.....	14
Obrázek 2	Kouření v 15. Století	16
Obrázek 3	Kouření škodí zdraví	17
Obrázek 4	Základní části vodní dýmky	18
Obrázek 5	Co vše je v cigaretě	19
Obrázek 6	Vasokonstrikce=zúžení cév	22
Obrázek 7	Kouření a vliv na plíce	23
Obrázek 8	Adenom hypofýzy zaujímá až 10% nádorů mozku	24
Obrázek 9	Otrava nikotinem	25
Obrázek 10	rozdíl Alzheimerova nemoc a zdravý člověk	26
Obrázek 11	Laboratorní pomůcky	28
Obrázek 12	Shimadzu – Plynový chromatograf s hmotnostní spektrometrií	32
Obrázek 13	Vzorky moči dotazovaných lidí	34
Obrázek 14	Ohřívač bloku Stuart	35
Obrázek 15	Roztok n-pentanu do vzorků moči	36
Obrázek 16	Třepačka	37
Obrázek 17	Centrifuga Eppendorf	37
Obrázek 18	Centrifuga a její rozmístění vzorků	38
Obrázek 19	Reakční vialky a pipeta	38
Obrázek 20	Vzorek byl pipetován do reakčních vialek	39
Obrázek 21	Termovap – přístroj s dusíkem	39
Obrázek 22	Vzorek se pod dusíkem vypařil	40
Obrázek 23	Derivatizace – ethylacetát	40
Obrázek 24	Ohřívač – Stuart block heater	41
Obrázek 25	Vialky s jednorázovým insertem	41
Obrázek 26	GC - 2010 Shimadzu Gas Chromatograph – plynový chromatograf	42

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1	Rozdělení dotazovaných respondentů na kuřáky a nekuřáky.....	44
Graf 2	Rozdělení osob podle věkové kategorie	45
Graf 3	Rozdělení váhového indexu u mužů a žen	46
Graf 4	Rozdělení váhového indexu na kuřáky a nekuřáky	47
Graf 5	Exponovaní pracovníci PAU.....	49
Graf 6	Histogram exponovaných pracovníků.....	49
Graf 7	Kuřáci	51
Graf 8	Histogram kuřáků	51
Graf 9	Nekuřáci	53
Graf 10	Histogram nekuřáků	53
Graf 11	T-test-Rozdíl mezi exponovanými pracovníky PAU a kuřáky	55
Graf 12	T-test-Rozdíl mezi exponovanými pracovníky PAU a nekuřáky	56
Graf 13	T-test-Rozdíl mezi kuřáky a nekuřáky	59

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Dotazník	72
Příloha 2	Odpovědi dotazník.....	74

DOTAZNÍK

Dobrý den, jmenuji se Bc. Dominika Remešová a jsem studentkou 2. ročníku oboru Environmentální inženýrství na Vysoké škole báňské - technické univerzity Ostrava. Ráda bych Vás požádala o vyplnění dotazníku na téma „*Studium akumulace nebezpečných látek v organismech a její detekce*“. Dotazník je anonymní a bude sloužit pouze pro potřeby mé diplomové práce. Prosím o vyplnění všech otázek.

Děkuji za spolupráci.

Otázky:

1. Jakého jste pohlaví?

- Muž
- Žena

2. Kolik je Vám let?

3. Kolik měříte? cm

4. Kolik vážíte? kg

5. Jste kuřák?

- Ano
- Ne

6. Kolik cigaret denně vykouříte?

- 0 ks
- 1 - 5 ks
- 6 – 10 ks
- 11 – 20 ks
- 21 – 40 ks

7. Jak často kouříte?

- několikrát za den
- jednou za den
- několikrát za týden
- méně často
- nekouřím

8. Kde bydlíte?

- ve městě
- na vesnici

9. Jakou práci vykonáváte? (prosím vypsát)

Bc. Dominika Remešová: Studium akumulace nebezpečných látek v organismech a jejich detekce

Příloha 2 Odpovědi dotazníku

Číslo vzorku	Pohlaví	Věk	Výška (cm)	Váha (kg)	Kuřák	Denně cigaret	Časté kouření	Bydliště	Výkon práce	BMI		1.1 nekuřáci	17
1.1	Žena	29	165	64	Ne	0ks	nekouřím	na vesnici	finanční účetní, RD	23,5	optimum	2.1 kuřáci	17
1.2	Muž	34	176	105	Ne	0ks	nekouřím	na vesnici	dělník	33,9	obezita		
1.3	Žena	43	164	69	Ne	0ks	nekouřím	na vesnici	keramické závody-laboratoř,míchání glazur	25,7	nadváha		
1.4	Žena	33	185	91	Ne	0ks	nekouřím	ve městě	výroba a vývoj glazur, práce v prachu	26,6	nadváha		
1.5	Žena	53	170	70	Ne	0ks	nekouřím	na vesnici	OSVČ	24,2	optimum		
1.6	Muž	55	170	77	Ne	0ks	nekouřím	na vesnici	Podnikatel	26,6	nadváha		
1.7	Žena	26	168	61	Ne	0ks	nekouřím	na vesnici	Astistentka ředitele	21,6	optimum		
1.8	Muž	32	178	85	Ne	0ks	nekouřím	na vesnici	OSVČ, automechanik	26,8	nadváha		
1.11	Žena	42	160	72	Ne	0ks	nekouřím	ve městě	laborantka-imunologie	28,1	nadváha		
1.12	Žena	46	168	58	Ne	0ks	nekouřím	na vesnici	Manažer	20,5	optimum		
1.13	Žena	32	165	65	Ne	0ks	nekouřím	ve městě	Administrativa, RD	23,9	optimum		
1.14	Muž	39	190	95	Ne	0ks	nekouřím	ve městě	Nákupčí v automotive	26,3	nadváha		
1.15	Žena	30	170	75	Ne	0ks	nekouřím	ve městě	Molekulární biolog, odd.lékařské genetiky, RD	26	nadváha		
1.16	Žena	55	159	54	Ne	0ks	nekouřím	na vesnici	obsluha lisu-operátor, výroba lisovaných plast.výr.	21,4	optimum		
1.17	Žena	59	164	78	Ne	0ks	nekouřím	na vesnici	obsluha lisu-operátor, výroba lisovaných plast.výr.	29	nadváha		
1.18	Muž	39	175	70	Ne	0ks	nekouřím	na vesnici	vedoucí, plánování výroby	22,9	optimum		
1.19	Žena	30	160	50	Ne	0ks	nekouřím	na vesnici	Mzdová účetní	19,53	optimum		
1.20	Muž	52	170	74	Ne	0ks	nekouřím	na vesnici	elektromechanik	25,6	nadváha		
2.1	Muž	37	189	106	Ano	11-20 ks	několikrát za den	ve městě	seřizovač,příprava materiálů	29,7	nadváha		
2.2	Žena	53	160	69	Ano	6-10 ks	několikrát za den	na vesnici	obsluha lisu-operátor, výroba lisovaných plast.výr.	27	nadváha		
2.3	Žena	39	162	63	Ano	11-20 ks	několikrát za den	ve městě	Nákupčí	24	optimum		
2.4	Žena	35	165	65	Ano	11-20 ks	několikrát za den	ve městě	Administrativa	23,9	optimum		
2.5	Žena	56	165	65	Ano	6-10 ks	několikrát za den	ve městě	Administrativa	23,9	optimum		
2.8.	Žena	26	160	80	Ano	11-20 ks	několikrát za den	ve městě	Zdravotní laborant	31,2	obezita		
2.10	Žena	40	156	59	Ano	6-10 ks	několikrát za den	na vesnici	THP ve zdravotnictví	24,2	optimum		
2.11	Žena	49	168	60	Ano	6-10 ks	několikrát za den	ve městě	Laborant	21,3	optimum		
2.12	Žena	51	165	69	Ano	1-5 ks	několikrát za den	ve městě	OTK + plánovačka	25,3	nadváha		
2.13	Muž	54	171	80	Ano	11-20 ks	několikrát za den	na vesnici	Manuální práce	27,4	nadváha		
2.14	Žena	28	158	48	Ano	11-20 ks	několikrát za den	na vesnici	Pracovní dělník - opracovávání krbových kachlí	19,2	optimum		
2.15	Muž	52	180	98	Ano	1-5 ks	jednou za den	ve městě	dělník - lakýrník	30,2	obezita		
2.16	Žena	33	160	60	Ano	11-20 ks	několikrát za den	na vesnici	opracovávání kachlí a říms + čistění	23,4	optimum		
2.17	Žena	48	163	97	Ano	6-10 ks	několikrát za den	na vesnici	Manuální práce, kontrola	36,5	obezita		
2.18	Žena	34	168	71	Ano	11-20 ks	několikrát za den	ve městě	keramické závody Hein, opracovávám kachle na kamna	25,2	nadváha		
2.19	Žena	47	159	84	Ano	6-10 ks	několikrát za den	na vesnici	Dělnice, výroba keramických kachlí	33,2	obezita		
2.20	Žena	51	174	74	Ano	1-5 ks	jednou za den	na vesnici	V laboratoři (glazury, olovo)	24,4	optimum		

Bc. Dominika Remešová: Studium akumulace nebezpečných látek v organismech a jejich detekce